

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - USP  
INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E  
NEGÓCIOS NO SETOR ENERGÉTICO**

**CLEIDE REGINA ROCHA SANTOS**

**ALTEAMENTO DE TORRES DE LINHA DE TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA PARA MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS**

**SÃO PAULO  
2012**

CLEIDE REGINA ROCHA SANTOS

ALTEAMENTO DE TORRES DE LINHA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA  
ELÉTRICA PARA MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Monografia para conclusão do Curso de  
Especialização em Gestão Ambiental e  
Negócios do Setor Energético do Instituto de  
Eletrotécnica e Energia da Universidade de  
São Paulo.

Orientador: Prof. Lineu Belico dos Reis, Ph.D.

Co-orientadores: Fábio Klemper Fernandes

Antônio Sérgio Oshiro

Irauari da Silva Mendes

SÃO PAULO  
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E A DIVUGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESTES QUE CITADA A FONTE.

### FICHA CATALOGRÁFICA

Santos, Cleide Regina Rocha

Alteamento de Torres de Linha de Transmissão de Energia Elétrica para Minimização de Impactos Ambientais / Cleide Regina Rocha Santos; orientador: Lineu Belico dos Reis, Ph.D. – São Paulo, 2012.

81 f.il.; 30 cm

Monografia (Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor de Energético) Instituto de Eletrotécnica e Energia Universidade de São Paulo

1. Gestão Ambiental 2. Linha de Transmissão 3. Supressão de Vegetação 4. Alteamento de Torres 5. Energia Elétrica



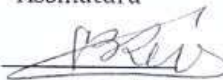
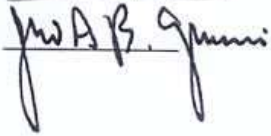
Universidade de São Paulo  
Instituto de Eletrotécnica e Energia

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS NO SETOR  
ENERGÉTICO**

**ATA DE DEFESA - MONOGRAFIA**

**CANDIDATO: Cleide Regina Rocha dos Santos**

Aos dezenove dias do mês de junho de 2012, às 14h30 realizou-se no Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo a defesa de monografia do aluno **Cleide Regina Rocha dos Santos**, nível especialização, intitulado: "**Alteamento de torres das linhas de transmissão de energia para diminuição de impactos ambientais**", sendo a banca constituída pelos Professores: Lineu Belico dos Reis – Orientador e Presidente da Comissão Examinadora e José Aquiles Baesso Grimoni (POLI/USP).

Manifestação dos membros da banca:	Assinatura	Aprovado/Reprovado
Prof. Lineu Belico dos Reis		<u>Aprovada</u>
Prof. José Aquiles Baesso Grimoni		<u>APROVADA</u>

Os candidatos foram considerados (Aprovados / Reprovados) APROVADA

## **DEDICATÓRIA**

Dedico primeiramente a Deus pela força nessa longa caminhada que me foi concedido para superar os mais diversos obstáculos, à minha mãe Lucia Santiago Rocha Santos, aos meus irmãos Maicon Rocha Santos e Marcos Vinicius Rocha Santos que ainda comemora cada vitória alcançada em minha vida e aos amigos pelo incentivo, apoio e credibilidade na realização.

E, homenagem póstuma especial ao meu pai Mateus Pinheiros dos Santos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu Professor Lineu Belico dos Reis que prontamente aceitou me orientar.

Aos meus companheiros e amigos de trabalho de Furnas Centrais Elétricas que, na verdade, são todos co-autores deste trabalho. Estas pessoas são, de fato, muito especiais. Sentindo-se desta forma o ambiente de trabalho se torna agradável e inspirador.

Ao Engenheiro Luiz Antonio Prézia de Araujo que despertou em mim o interesse científico, a busca pela verdade e a criticidade nos assuntos ligados a transmissão de energia e os momentos de discussão criativa que muito contribuíram para meu crescimento profissional.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho Antonio Sérgio Oshiro, Fábio Alessandro Klemper Fernandes, João Paulo Marques e Liliane Silva Souza que estiveram sempre prontos a me ajudar e me deram suporte para que eu pudesse concluir este trabalho.

“Aprender é a única coisa que a gente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende”.

(Leonardo da Vinci)

## RESUMO

**SANTOS, C. R. R.** Alçamento de torres da linha de transmissão de energia elétrica para diminuição de impactos ambientais. 2012 81 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental e Negócios do Setor Energético ) – Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Esse estudo enfoca o uso do alçamento de torres da linha de transmissão de energia elétrica para diminuição de impactos ambientais. O objetivo geral é discutir as principais questões técnicas, legais e ambientais relacionadas ao assunto, assim como apresentar uma análise econômica do uso de tal solução num caso real.

Neste contexto, os custos de investimento no alçamento de torres da LT 500 kV Bateias - Ibiúna são levantados e comparados aos custos para manutenção/supressão de vegetação em LT's construídas sob modelo tradicional. O alçamento das torres foi a alternativa técnica adotada por Furnas Centrais Elétricas S/A para minimizar os impactos ambientais da referida LT.. Assim os custos de implantação, os benefícios e os custos de manutenção da linha com torres alteadas são levantados e comparados com os custos da manutenção da mesma LT, se tivesse sido construída no modelo tradicional de não alçamento.

**Palavras-chave:** alçamento, impacto, supressão, linha de transmissão, corte seletivo, fragmentos florestais



## ABSTRACT

Santos, C.R.R. Increasing height of the towers of transmission line of electricity to reduce environmental impacts 2012. 81 f Monograph (Specialization in Environmental and Energy Business Sector) - Instituto de Eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, 2012.

This study focuses on the use of the increasing height of the towers of transmission line of electricity to reduce environmental impacts. The overall objective is to discuss key technical issues, legal and environmental issues related to the subject. As well as provide an economic analysis of the use of such a solution in a real case.

In this context, the costs of investment in increasing height of towers of 500 kV Bateias - Ibiúna are surveyed and compared the costs for maintenance / removal of vegetation on TL's built under the traditional model. The increasing height of towers was the alternative technique used by Furnas Centrais Elétricas S/A to minimize the environmental impacts of that LT. Thus deployment costs, benefits and maintenance costs of the line with alteadas towers are raised and compared with the costs of maintaining the same LT, had been built in a traditional non increasing height.

Keywords: increasing height, impact, suppression (omission/cut/stopping/effacement/obliteration), transmission line, selective logging, forest fragments

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ilustração do caminho da energia elétrica .....	20
Figura 02 - Ilustração da integração eletroenergética no Brasil.....	23
Figura 03 - Processo de licitação de linha de transmissão .....	25
Figura 04 - Ilustração da torre autoportante.....	53
Figura 05 - Distribuição de áreas dentro da faixa de servidão.....	55
Figura 06 - Espaçamentos verticais mínimos.....	58
Figura 07 - Altura admissível para permanência de obstáculos.....	59
Figura 08 - Traçado da LT .....	61
Figura 09 - Análise da extensão do traçado .....	66
Figura 10.- Detalhe da análise da extensão do traçado .....	66
Figura 11 - Ilustrando o modelo de supressão de vegetação na faixa central da servidão.....	69
Figura 12 - Ilustrando o modelo de poda seletiva para remoção de galhos .....	69
Figura 13 - Foto da LT 500 kV Bateias – Ibiúna demonstrando a supressão de vegetação na faixa central da servidão e a poda seletiva para remoção de galhos .....	70
Figura 14 - Ilustração da vegetação após lançamento de cabos.....	70
Figura 15 - Ilustrando o modelo tradicional de supressão de vegetação (corte raso) na faixa de servidão .....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Ilustração da participação de fontes de geração no Brasil .....	21
Tabela 02 - Distribuição dos quilômetros de linha de transmissão no Brasil .....	22
Tabela 03 - Classificação das benfeitorias e critérios de permanência e instalação .....	56
Tabela 04 - Custo adicionais para montagem das estruturas alteadas .....	53
Tabela 05 - Custos adicionais para fornecimento de ferragens .....	64
Tabela 06 - Acréscimo de Fundação Devido ao Alteamento das Torres.....	64
Tabela 07 - Preço global do contrato de construção do empreendimento .....	65
Tabela 08 - Preço da LT acrescentada no traçado .....	65
Tabela 09 - Custos da improdutividade na montagem devido à presença de vegetação.....	67
Tabela 10 - Custo para supressão de vegetação para lançamento de cabos condutores.....	69
Tabela 11 - Supressão de vegetação da LT 500 KV Bateias – Ibiúna na fase de construção...	71
Tabela 12 - Custo da supressão de vegetação da faixa de servidão de LT's do estudo de caso construída no modelo tradicional .....	73
Tabela 13 - Custo da manutenção da faixa de servidão de LT's do estudo de caso construída no modelo tradicional .....	75
Tabela 14 - Estimativa dos custos para o alteamento de 79 torres que realizada a transposição da LT estudada em vários fragmentos florestais.....	75
Tabela 15 - Estimativa dos custos para manutenção/supressão no trecho de faixa de servidão que faz a transposição da LT estudada nos fragmentos florestais .....	76
Tabela 16 - Análise de custos para retorno financeiro.....	77

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação brasileira de normas técnicas
AIA	Avaliação de impacto ambiental
ANEEL	Agência nacional de energia elétrica
ART	Anotação de responsabilidade técnica
ASV	Autorização de supressão de vegetação
BDI	Benefício e despesas indiretas
CEM	Campo eletromagnético
CEMIG	Companhia energética de minas gerais
CETESB	Companhia ambiental do estado de são paulo
CHESF	Eletróbrás chesf
CIGRÈ	<i>International council on large electric systems</i>
COMASE	Comissão de meio ambiente do setor elétrico
CONAMA	Conselho nacional do meio ambiente
CONFEA	Conselho federal de engenharia, arquitetura e agronomia
COPEL	Companhia paranaense de energia
CREA	Conselho regional de engenharia, arquitetura e agronomia
CTEEP	Companhia de transmissão de energia elétrica paulista
EIA	Estudo de impacto ambiental
ELETRÓBRÁS	Centrais elétricas brasileiras s/a
EPE	Empresa de pesquisa energética
FURNAS	Eletróbrás furnas
IBAMA	Instituto brasileiro de meio ambiente
IPCC	Painel intergovernamental de mudanças climáticas
LT	Linha de transmissão
MME	Ministério de minas e energia
NBR	Norma brasileira
OMS	Organização mundial da saúde
ONS	Operador nacional do sistema
PAR	Plano de ampliações e reforços da rede básica
PEP	Plano de estrutura de projetos
PET	Programa de expansão da transmissão

RIMA	Relatório de impacto ambiental
SE	Subestação
SIN	Sistema interligado nacional
SPE	Secretaria de planejamento e desenvolvimento energético
UC	Unidades de conservação

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	17
1.1. Consultas bibliográficas .....	19
2. CONCEITOS E INFORMAÇÕES FUNDAMENTAIS.....	19
2.1. Caminhos da Energia Elétrica.....	19
2.2. Geração de Energia Elétrica no Brasil .....	20
2.3. Transmissão de energia elétrica .....	21
2.4. Sistema Interligado Nacional (SIN) .....	22
3. LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL INCIDENTES SOBRE LINHA DE TRANSMISSÃO. ....	24
3.1. Estudo de viabilidade técnica do empreendimento.....	24
3.2. Política Nacional de Meio Ambiente .....	25
3.3. Aspectos Ambientais Constitucionais.....	27
3.4. Licenciamento Ambiental .....	28
4. PRINCIPAIS IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO.....	33
4.1. Indução de Processos Erosivos e de Assoreamento de Cursos d'água.....	33
4.2. Compactação do solo .....	34
4.3. Riscos de Poluição do Solo e das Águas.....	35
4.4. Emissão de Ruídos e Poluição Eletromagnética .....	35
4.5. Formação de Ozônio e óxidos de Nitrogênio por Efeito Corona.....	36
4.6. Ruído Audível.....	36
4.7. Interferência em rádio (RI) e televisão (TVI) .....	38
4.8. Indução de Campos Eletomagnéticos (CEM) .....	39
4.9. Supressão de Vegetação.....	41
4.10. Corte Seletivo.....	43
4.11. Perturbação da Fauna.....	43
4.12. Impacto Visual .....	44
4.13. Alteração da Paisagem Natural Regional.....	45
4.14. Interferência em Unidades de Conservação.....	45
4.15. Perdas Patrimoniais.....	46
4.16. Expectativas da População.....	46
4.17. Restrições ao Uso e Ocupação do Solo.....	46
4.18. Realocação de População.....	47

4.19. Geração de Empregos .....	48
4.20. Aumento da Demanda sobre Serviços de Saúde.....	48
4.21. Melhoria das Finanças Públicas.....	49
4.22. Impacto no Tráfego Aéreo e Aeródromos .....	49
4.23. Impacto no Tráfego de Veículos e Acessibilidade .....	50
4.24. Impactos sobre o Patrimônio Arqueológico.....	51
5. ESTUDO DE CASO: A LT 500 KV BATEIAS – IBIÚNA – CIRCUITO DUPLO.....	51
5.1. Introdução.....	51
5.1.1. Definições básicas.....	52
5.1.1.1. Torre Autoportante.....	52
5.1.1.2. Tipos de torres autoportantes .....	53
5.1.1.3. Stub.....	54
5.1.1.4. Fôrma.....	54
5.1.1.5. Armadura.....	54
5.1.1.6. Cabo Condutor .....	54
5.1.1.7. Cabo Piloto .....	54
5.1.1.8. Fundação.....	54
5.1.1.9. Faixa de servidão .....	54
5.1.1.10. Uso e ocupação do solo na faixa de servidão.....	55
5.1.1.11. Faixa de domínio.....	56
5.1.1.12. Faixa de segurança .....	56
5.1.1.13. Largura da faixa de segurança .....	57
5.1.1.14. Espaçamentos verticais mínimos das faixas de servidão .....	57
5.1.1.15. Distância de cabo .....	59
5.2. A Importância da obra para o setor elétrico.....	60
5.3. Características técnicas do empreendimento .....	60
5.3.1. Localização .....	60
5.3.2. Caracterização da vegetação no traçado da LT.....	62
5.4. Identificação dos custos do empreendimento para o alteamento de torres.....	63
5.4.1. Detalhamento dos custos para alteamento de torres .....	63
5.4.1.1. Acréscimo de peso nas estruturas metálicas - montagem adicional .....	63
5.4.1.2. Acréscimo de fundação devido ao alteamento das torres .....	64
5.1.1.3. Aumento da extensão do traçado .....	65

5.1.1.4. Improdutividade na montagem devido a presença de vegetação .....	67
5.1.1.5. Improdutividade no lançamento de cabos devido a presença de mata .....	67
5.4.2. Identificação dos custos do empreendimento para supressão de vegetação em alçamento de torres .....	68
5.4.2.1. Supressão de vegetação na área do empreendimento na fase de construção.....	68
5.4.3. Identificação dos custos do empreendimento para supressão de vegetação de corte raso.....	73
5.4.3.1. Supressão de vegetação na área do empreendimento na fase de construção.....	73
5.4.3.2. Supressão de vegetação na área do empreendimento na fase de operação.....	74
5.5. Resultados e discussão .....	75
5.6. Conclusão.....	78
REFERENCIAS.....	79



## 1. INTRODUÇÃO

Para implantação e operação de linhas de Transmissão de energia, se faz necessária a supressão de vegetação. Tal intervenção ocorre principalmente nas etapas construtivas pela abertura de estradas de acessos, praças de lançamento de cabo, áreas de empréstimos de materiais construtivos, implantação de faixa de servidão, áreas de montagem e de instalação de torres, entre outras (Menezes, José; Luciano, Benedito; Fontgalland, Glauco; 2006)

Neste cenário, as intervenções relacionadas à abertura da faixa de servidão é um dos impactos mais significativos, haja vista que realiza intervenções sobre a cobertura vegetal de forma linear, muitas vezes gerando fragmentação de ambientes e seccionamento de maciços florestais (Souza, Marcos; Gonçalves, Maxwell;2004). Estudos mostram que em regiões florestais a limpeza de uma faixa em um fragmento ou área de floresta proporciona um efeito de borda, onde aumentam significativamente a intensidade dos ventos, a entrada de luminosidade, e o grau de isolamento de habitat, causando modificações progressivas nos ambientes.

No entanto, os possíveis impactos podem ser minimizados, a depender do tipo de vegetação encontrada e do seu estado de conservação e também desde que se obedeça a uma série de critérios técnicos e exigências legais e operacionais.

A definição das dimensões de uma faixa de servidão tem sido feita levando-se em consideração parâmetros elétricos visando o perfeito funcionamento do sistema de transmissão. Esta largura tem sido definida de maneira que o campo elétrico ao nível do solo, o gradiente máximo no condutor e o efeito corona, associados às interferências nos sistemas receptores de comunicação, sejam limitados a valores que não ofereçam riscos a vida e não provoquem grandes prejuízos ao meio ambiente como um todo. Entretanto, para o perfeito dimensionamento da largura da faixa de servidão, há de se considerar as interferências externas ao sistema, principalmente aquela provocada pela massa vegetal (NBR 5422, 1985).

Também, para a total segurança do sistema, principalmente quando este atravessa florestas densas, povoadas de indivíduos arbóreos de grande altura, os cuidados com esta limpeza não deverão ser limitados ao espaço da faixa de servidão. Há também os riscos de queda de arvores de grandes dimensões podendo atingir os cabos condutores da Linha de Transmissão ou suas estruturas (Cemig, 2007).

Em áreas de campo, pastagens e culturas temporárias de porte rasteiro, esta limpeza não constitui problema.

Entretanto, em áreas de florestas conservadas, que apresentam vegetação de porte arbóreo elevado, torna-se necessária a adoção de técnicas alternativas, visando, além da segurança da Linha de Transmissão, a redução do impacto ambiental, evitando-se, assim, o abate desnecessário de certos indivíduos arbóres.

Uma técnica usualmente utilizada neste último caso é a de alteamento (aumento da altura) da Linha de Transmissão.

Neste contexto, este trabalho enfoca o uso do alteamento de torres da linha de transmissão de energia elétrica para diminuição de impactos ambientais, discutindo as principais questões técnicas, legais e ambientais relacionadas ao assunto, e apresentando uma análise econômica do alteamento de torres da LT 500 kV Bateias – Ibiúna, alternativa técnica adotada por Furnas Centrais Elétricas S/A para minimizar os impactos ambientais da referida LT.

Para cumprir este objetivo, o trabalho, apresentado nos capítulos seguintes, segue a seguinte estrutura:

No Capítulo 2, CONCEITOS E INFORMAÇÕES FUNDAMENTAIS, se apresenta os conceitos básicos considerados no trabalho, principalmente quanto ao cenário atual do sistema elétrico brasileiro, com ênfase à geração, transmissão e Sistema Interligado Nacional.

No Capítulo 3, LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL INCIDENTE SOBRE LINHAS DE TRANSMISSÃO, se enfoca o Estudo de Viabilidade Técnica do empreendimento, a Política Nacional de Meio Ambiente, os Aspectos Ambientais Constitucionais e o Licenciamento Ambiental.

O CAPÍTULO 4, PRINCIPAIS IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO, apresenta e discute 24 Impactos socioambientais a serem considerados na etapa de construção de uma Linha de Transmissão.

E, finalmente, o Capítulo 5 apresenta O ESTUDO DE CASO: A LT BATEIAS – IBIÚNA – CIRCUITO DUPLO.

### **1.1. Consultas bibliográficas**

Esta pesquisa foi executada em uma linha de transmissão construída pela empresa Furnas Centrais Elétricas, entre os estados de São Paulo e Paraná.

As informações citadas neste trabalho foram consultadas no Estudo e Impacto Ambiental – EIA da LT 500 kV Bateias - Ibiúna, realizado pela empresa Ecology Ande Environment do Brasil, manuais e banco de dados de Furnas Centrais Elétricas.

## **2. CONCEITOS E INFORMAÇÕES FUNDAMENTAIS**

### **2.1. Caminhos da energia elétrica**

A maior parte da energia gerada no Brasil tem sua origem nas usinas hidrelétricas, antes de deixar a usina a energia do gerador passa por uma subestação elevadora, onde tem a tensão aumentada. Em alta tensão a energia é transmitida por meio de linhas de transmissão às subestações abaixadoras, que geralmente estão instaladas próximas aos centros consumidores. Nas subestações rebaixadoras, a tensão da energia aproxima daquela que abastece as residências e é distribuída pelas ruas por meio de postes. Alguns postes contam com transformadores que finalizam o processo de rebaixamento da tensão, deixando a energia pronta para entrar nas residências, indústrias, comércio, entre outros consumidores. (Eletrobrás, 2010).



Figura 01 - Ilustração do caminho da energia elétrica

Fonte: <http://www.redeinteligente.com/>

## 2.2. Geração de energia elétrica no Brasil

O sistema de produção de energia elétrica do Brasil pode ser classificado como um sistema hidrotérmico de grande porte, com forte predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários (ONS).

A maior parte da capacidade instalada é composta por usinas hidrelétricas, que se distribuem em 180 unidades instaladas em diferentes bacias hidrográficas, sendo que a maioria das usinas foi instalada em regiões de maior atratividade econômica. São os casos das bacias dos rios Tocantins, Madeira, Parnaíba, São Francisco, Paraguai, Paranaíba, Grande, Paraná, Tietê, Paraíba do Sul, Paranapanema, Iguaçu, Uruguai e Jacuí onde se concentram as maiores centrais hidrelétricas (Aneel).

O Brasil possui no total 2.575 empreendimentos energéticos em operação, com uma potência instalada de 117.082.755 kW, cerca de 117 GW (Aneel). Está prevista para os próximos anos uma adição de 29.982.788 kW (29GW) na capacidade de geração do País, proveniente dos 172 empreendimentos atualmente em construção e mais 505 outorgados.

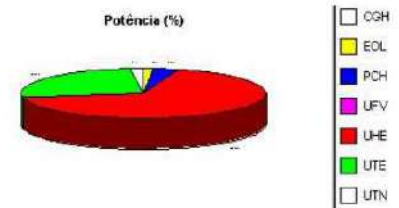
Do total de empreendimentos em operação, 180 são usinas hidrelétricas, que geram 66,86% da energia elétrica do país. Em breve, mais 13 usinas hidrelétricas, entrarão em operação.

Dados do Ministério de Minas e Energia avaliam que os potenciais energéticos dos rios brasileiros podem chegar a 258.410 MW (Megawatts) e que apenas 28.2% são aproveitados. As três grandes bacias hidrográficas do país (Amazonas, São Francisco e Paraná) cobrem em torno de 72% do território nacional e concentram 80% do volume de água do país.

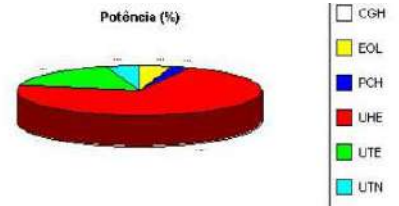
Tabela 01 - Ilustração da participação de fontes de geração no Brasil<sup>1</sup>

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	371	217.126	214.305	0,18
EOL	73	1.575.738	1.471.192	1,26
PCH	420	3.898.209	3.853.507	3,29
UFV	8	5.494	1.494	0
UHE	180	78.715.663	78.277.779	66,86
UTE	1.521	32.858.162	31.267.478	26,70
UTN	2	2.007.000	2.007.000	1,71
<b>Total</b>	<b>2.575</b>	<b>119.277.382</b>	<b>117.082.755</b>	<b>100</b>

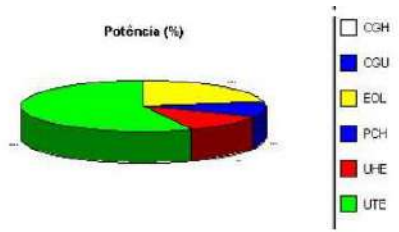
Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.



Empreendimentos em Construção				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)		%
CGH	1	848		0
EOL	52	1.320.290		4,40
PCH	61	735.845		2,45
UHE	13	21.479.800		71,64
UTE	44	5.096.005		17
UTN	1	1.350.000		4,50
<b>Total</b>	<b>172</b>	<b>29.982.788</b>		<b>100</b>



Empreendimentos Outorgados entre 1998 e 2012 (não iniciaram sua construção)				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)		%
CGH	62	41.668		0,21
CGU	1	50		0
EOL	145	4.369.208		22,32
PCH	137	1.929.900		9,86
UHE	11	2.179.042		11,13
UTE	149	11.052.362		56,47
<b>Total</b>	<b>505</b>	<b>19.572.230</b>		<b>100</b>



Fonte: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>, consultado 20/02/2012 às 10:32hs)

### 2.3. Transmissão de energia elétrica

Como as usinas hidrelétricas estão distribuídas em bacias hidrográficas geograficamente distantes entre si e, portanto, sujeitas a diferentes regimes pluviométricos, as linhas de transmissão exercem a importante função de interligar o parque gerador, possibilitando que a energia produzida em regiões maior volume de chuvas seja utilizada em

<sup>1</sup> Legenda: CGH Central Geradora Hidrelétrica (até 1MW); CGU Central Geradora Undi-Elétrica; EOL Central Geradora Eolielétrica; PCH Pequena Central; SOL Central Geradora Solar Fotovoltaica; UFV Usina Fotovoltaica; UHE Usina Hidrelétrica de Energia; UTE Usina Termelétrica de Energia; UTN Usina Termonuclear.

outras regiões do país. Essa operação coordenada permite não só mitigar os efeitos das oscilações do regime de chuvas, mas também otimizar a capacidade de geração hidrelétrica nacional em até 20% (Pires, 2005).

Tradicionalmente, o sistema de transmissão é dividido em redes de transmissão e “subtransmissão”, em razão do nível de desagregação do mercado consumidor. A rede de transmissão propriamente dita é responsável pelo transporte de grandes "blocos" de energia, visando ao suprimento de grandes centros consumidores e à alimentação de eventuais consumidores de grande porte. A rede de – “subtransmissão” - é basicamente uma extensão da transmissão, objetivando o atendimento de pequenas cidades e consumidores industriais de grande porte. A “subtransmissão” faz a realocação dos grandes blocos de energia, recebidos de subestações de transmissão, entre as subestações de distribuição (ELETROBRÁS, 2002).

Em 2010 o segmento de transmissão no Brasil era composto por mais de 98 mil quilômetros de Linhas de Transmissão. (ONS)

Tabela 02 - Distribuição dos quilômetros de linha de transmissão no Brasil

<b>Tensão kV</b>	<b>Km de linha de Transmissão</b>
230	43.250,6
345	10.060,5
440	6.670,5
500	34.371,7
600 CC	1.612
750	2.683
<b>Sist. Interligado</b>	<b>98.648,3</b>

Fonte: <http://www.ons.org.br/>

#### **2.4. Sistema interligado nacional (SIN)**

O Sistema Interligado Nacional (SIN), que cobre praticamente todo o País, permite às diferentes regiões permutarem energia entre si. Esse sistema é muito útil para interligar as geradoras de energia na sua maioria usinas hidrelétricas, localizadas longe dos centros consumidores e dependentes do regime pluviométrico regional, que é diferente nas regiões Sul, Sudeste, Norte e Nordeste. Neste contexto, os grandes troncos (linhas de transmissão da mais alta tensão: 500 kV ou 750 kV) do SIN possibilitam que os pontos com produção

insuficiente de energia sejam abastecidos por centros de geração em situação favorável. O país está quase que totalmente interligado, de norte a sul. (Aneel)

Segundo o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), apenas 3,4% da capacidade de produção de eletricidade do país encontra-se fora do SIN, em pequenos sistemas isolados localizados no Amazonas, Roraima, Acre, Amapá, Rondônia e parte dos Estados do Pará. Nestes Estados, o abastecimento é feito por pequenas usinas termelétricas ou por usinas hidrelétricas situadas próximas às suas capitais.

A tendência é que ao longo do tempo os Sistemas Isolados gradualmente sejam integrados. Um exemplo é a interligação Tucuruí – Manaus Macapá, assim como, a LT Porto Velho (RO) - Araraquara (SP), projetada para integrar as usinas do rio Madeira (Santo Antonio e Jirau) ao SIN. (Aneel)

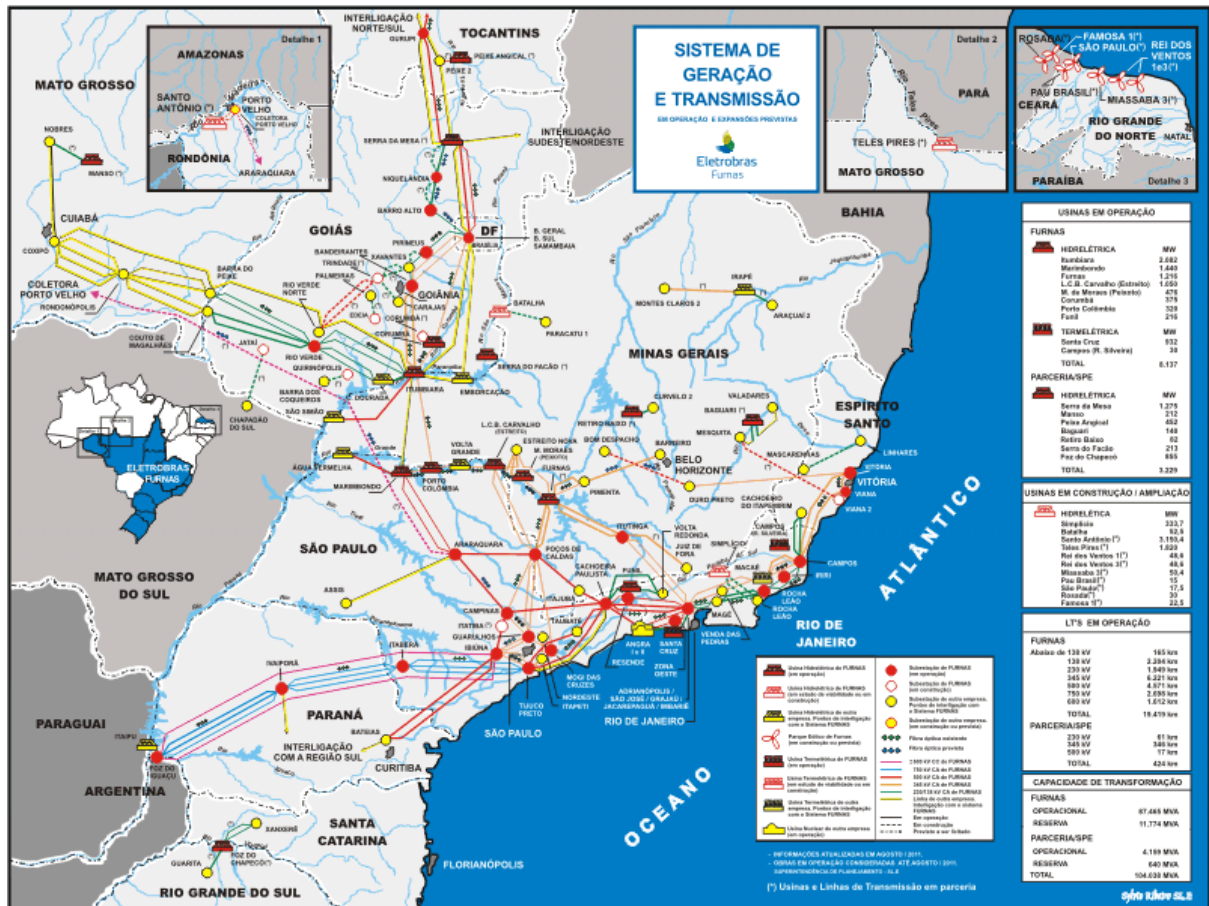


Figura 02 - Ilustração da integração eletroenergética no Brasil  
Fonte: <http://furnasnet/>, consultado 24/02/2012 às 10:35hs)

### **3. LEGISLAÇÃO FEDERAL E ESTADUAL INCIDENTE SOBRE LINHA DE TRANSMISSÃO**

#### **3.1. Estudo de viabilidade técnica do empreendimento**

Segundo o atual modelo do setor elétrico, cabe ao Ministério de Minas e Energia (MME) desenvolver ações estruturantes em relação à expansão e a adequação das instalações de transmissão de energia elétrica.

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) foi criada pelo Decreto 5.184/2004. Vinculada ao MME, tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento da expansão e a definição de metas em longo prazo.

De acordo com MME (2008), uma vez definidos os empreendimentos a serem licitados, a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético (SPE) solicita aos agentes do setor elétrico a elaboração dos relatórios necessários ao processo de licitação, a saber:

- Relatório R2 – Detalhamento da Alternativa de Referência;
- Relatório R3 – Caracterização e Análise Socioambiental;
- Relatório R4 – Caracterização da Rede Existente.

Segundo a EPE (2005), é de sua responsabilidade a elaboração desses relatórios, o que é feito com apoio dos concessionários. O relatório R2 deve conter informações necessárias para estabelecer características técnicas das novas instalações de transmissão e as adequações das instalações existentes da Rede Básica. Neste sentido, os estudos devem abranger análise de transitórios eletromagnéticos, bem como análises específicas referentes à definição das características elétricas básicas de linha de transmissão, subestações, unidades transformadoras, compensações de potência reativa série e em derivação (banco de capacitores série, compensador estático e outros).

O relatório R3 deve conter a caracterização e a análise socioambiental do corredor<sup>2</sup> selecionado para o empreendimento e servirá de subsídio aos estudos necessários ao futuro licenciamento ambiental. O objetivo desse documento é avaliar as possíveis dificuldades a serem enfrentadas, pela ótica socioeconômica e ambiental, para a implantação da linha de transmissão, destacando os itens que podem implicar maiores custos ambientais e maiores prazos no processo de licenciamento do empreendimento.

---

<sup>2</sup> O corredor e a área prevista para implantação da linha de transmissão e tem cerca de 20 km de largura. E dentro dessa área que será estabelecida posteriormente uma faixa de passagem com largura entre 50 m e 100 m.



Por fim, o relatório R4 deve apresentar a definição dos requisitos do sistema circunvizinho para assegurar uma operação harmoniosa entre a nova obra e as instalações existentes.

Esses relatórios são encaminhados para a ANEEL com o objetivo de subsidiar a condução do processo licitatório e a elaboração do Edital de Leilão<sup>3</sup>. A distribuição cronológica dos eventos relacionados ao processo de leilão é apresentada na Figura 03, na qual podem ser observados os tempos mínimos para entrada em operação de linhas de transmissão (25,5 meses) e subestações (31,5 meses).

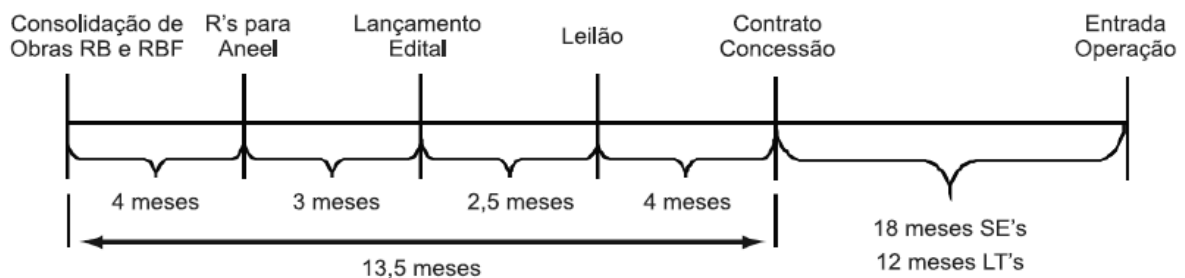


Figura 03 - Processo de Licitação de Linha de Transmissão  
Fonte: MME

### 3.2. Política nacional de meio ambiente

O ordenamento jurídico brasileiro teve seu primeiro grande marco ambiental com a edição da Lei nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA)<sup>4</sup>

A PNMA instituiu o conceito de meio ambiente como objeto específico de proteção em seus inúmeros aspectos, e também instituiu o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), conjunto de órgãos aptos a planejar uma ação integrada para o setor. Além disso, estabeleceu a obrigação do poluidor de reparar os danos causados.

Os objetivos principais da PNMA são “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (art. 2º).

<sup>3</sup> Conforme disposto na Lei 9.427, os estudos e projetos que forem aprovados pela ANEEL, para inclusão no programa de licitação de concessões, deverão ter seus custos ressarcidos ao executante pelo vencedor da licitação, conforme prefixado no edital.

<sup>4</sup> A Lei nº 6.938/81 foi alterada, posteriormente, pelas Leis nºs 7.804 de 1989, 8.028 de 1990, 8.746 de 1993, 9.966 de 2000, 10.165 de 2000 e 9.985 de 2000. Atualmente, encontra-se regulada pelo Decreto nº 99.274/90, que revogou o Decreto nº 88.351/83. O Decreto nº 99.274/90 foi posteriormente alterado pelos Decretos nº 99.355/90 e 122/91.

Ainda no que tange a estruturação e efetividade da Política Nacional de Meio Ambiente, as Leis nºs 7.804/89 e 8.028/90 definem a estrutura do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), cuja formação engloba as pessoas jurídicas de direito público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, sendo sua composição e atribuições definidas da seguinte forma:

**Órgão superior:** o Conselho de Governo, com a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais.

**Órgão consultivo e deliberativo:** o Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida. Reúne diferentes setores da sociedade e tem o caráter normativo dos instrumentos da política ambiental. O plenário do CONAMA engloba todos os setores do governo federal, dos governos estaduais, representantes de governos municipais e da sociedade, incluindo setor produtivo, empresarial, de trabalhadores e organizações não governamentais.

**Órgão central:** ao Ministério do Meio Ambiente cabe a função de formular, planejar, coordenar, supervisionar e controlar a política nacional e as diretrizes governamentais para o meio ambiente.

**Órgão executor:** o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes, com a finalidade de executar e fazer executar as políticas e diretrizes governamentais definidas para o meio ambiente.

**Órgãos seccionais:** os órgãos ou entidades da Administração Pública Federal direta ou indireta, as fundações instituídas pelo Poder Público cujas atividades estejam associadas à proteção da qualidade ambiental ou as de disciplinamento do uso dos recursos ambientais, bem como os órgãos e entidades estaduais responsáveis pela execução de programas e projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental.

**Órgãos locais:** os órgãos ou entidades municipais, responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

Os estados, o Distrito Federal e os municípios, na esfera de suas competências e nas áreas de suas jurisdições, elaborarão normas supletivas e complementares, e padrões relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo CONAMA.

As principais funções são:

- Implementar a Política Nacional do Meio Ambiente;
- Estabelecer um conjunto articulado de órgãos, entidades, regras e práticas responsáveis pela proteção e pela melhoria da qualidade ambiental; e
- Garantir a descentralização da gestão ambiental, através do compartilhamento entre os entes federados (União, Estados e Municípios).

### **3.3. Aspectos Ambientais Constitucionais**

Na Constituição Federal de 1988, a temática ambiental recebeu tratamento específico, sendo inserida em diversos dispositivos de forma dispersa, face a abrangência e permeabilidade do tema, o Título VIII, o qual trata de temas relativos a Ordem Social, incluindo o Capítulo VI intitulado “Do Meio Ambiente”.

As Constituições Federais anteriormente editadas tratavam o tema apenas de forma esparsa, limitando-se a determinar a competência exclusiva da União para legislar sobre assuntos, tais como: recursos minerais, caça, pesca e florestas. Essa definição de competência possibilitou a edição de leis singulares, como o Código Florestal de 1965 e a Lei de Proteção a Fauna de 1967.

Como inovação trazida pela Constituição Federal de 1988, o meio ambiente assumiu o status de bem difuso, sendo tal concepção respaldada pelo artigo 225 e seus parágrafos, cuja redação impõe direitos e deveres de proteção, conservação e preservação à coletividade e ao Poder Público, e ainda, às presentes e futuras gerações. Além de disposições sobre biomas especialmente protegidos, o artigo 225 da Constituição de 1988 possibilitou a imposição de sanções de naturezas diversas, àqueles que desenvolverem atividades lesivas ao meio ambiente, o que acarretou a criação da Lei de Crimes Ambientais, cujas determinações serão abordadas adiante.

Inclui-se no rol das disposições preservacionistas contidas no artigo 225, a descrita no inciso IV do parágrafo 1o, que impõe, genericamente, a obrigatoriedade da realização de Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos, cuja atividade ou implantação sejam capazes de causar significativa degradação ambiental. Caberá à legislação infraconstitucional a tarefa de definir quais atividades, especificamente, estarão obrigadas a realizar estudos para a verificação da viabilidade ambiental do empreendimento.

Outra importante inovação contida no texto Constitucional de 1988 diz respeito à divisão da competência legislativa em matéria ambiental. Assim, os artigos 21 e 22 fixam a competência privativa da União, tanto para a instituição e implementação de programas nacionais, quanto para legislar sobre os temas previstos nos incisos IV, XII e XXVI do artigo 22, dentre os quais figuram águas, energia, jazidas e recursos minerais. Além da competência privativa, há a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, que doutrinariamente é definida como competência administrativa, traduzindo-se pela obrigatoriedade do exercício do Poder de Polícia que consiste em zelar pela manutenção dos bens de valor ambiental, cultural e histórico definidos pelo artigo 23.

Por fim, a Constituição Federal determina no artigo 24, a competência concorrente da União, dos Estados e do Distrito Federal, para elaborar legislação ambiental sobre os assuntos previstos nos incisos VI, VII e VIII. A competência concorrente constitui a possibilidade da União emitir normas de caráter genérico, pressupondo-se que a atividade legislativa dos Estados deverá ser exercida de maneira suplementar. A abrangência deste conceito implica que os Estados, no exercício de sua competência legislativa em matéria ambiental, poderão, desde que respeitados os padrões impostos pela legislação genérica, emitir comandos legais que estabeleçam parâmetros e procedimentos mais restritivos para o uso e gozo dos bens ambientais cuja gestão e manutenção seja de sua competência.

### **3.4. Licenciamento ambiental**

O processo de licenciamento ambiental no Brasil tem sua base legal fixada pelos artigos 225, inciso IV da Constituição Federal; artigo 9 inciso IV da Lei 6.938/815, artigo 17 e seguintes do Decreto 99.274/906 e disposições da Lei 6.803/807, que determinam de forma genérica à realização de licenciamento ambiental.

A regulamentação do processo de licenciamento ambiental encontra-se sob a forma de Resoluções, editadas pelo CONAMA, conforme autoriza o artigo 7, inciso I do Decreto 99.274/90, com redação alterada pelo Decreto 3.942/01, definido que:

---

<sup>5</sup> LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981: Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

<sup>6</sup> DECRETO Nº 99.274, DE 6 DE JUNHO DE 1990: Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências.

<sup>7</sup> LEI Nº 6.803, DE 2 DE JULHO DE 1980: Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências.

“Art. 7 Compete ao CONAMA:

I - estabelecer, mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios e supervisionado pelo referido Instituto.”

Em consonância com a atribuição de competência conferida, o CONAMA, em 23 de janeiro de 1986 editou a Resolução de nº 001/86, que define o processo comum de licenciamento ambiental ao qual estarão submetidas às atividades descritas nos incisos numerados de I a XVI, do artigo 2 da referida Resolução.

A relação de atividades definidas pelos incisos acima mencionados é meramente enumerativa, devendo-se considerar, como atividades sujeitas ao Processo de Licenciamento Ambiental, aquelas cujos efeitos possam ser considerados como impactos ao meio ambiente, na forma do artigo 1º e incisos da mesma Resolução.

De acordo com o procedimento estabelecido na resolução CONAMA 001/86, o órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, poderá expedir licenças ambientais em três fases distintas, conforme prevêem o artigo 7 e incisos da Resolução CONAMA 237/94 e o artigo 19 e incisos do Decreto 99.274 de 6 de junho de 1990. A validade das licenças deverá ser definida pelo órgão outorgante observando-se os limites fixados pelo artigo 18 e incisos da Resolução 237/94.

As fases de licenciamento prescritas e os respectivos limites de validade são:

- Licença Prévia (LP), na fase preliminar do planejamento da atividade, contendo requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização, instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo. O prazo de validade não poderá ser superior a 5 (cinco) anos;
- Licença de Instalação (LI), autorizando o início da implantação, de acordo com as especificações constantes do Projeto Executivo aprovado. O prazo de validade não poderá ser superior a 6 (seis) anos;e
- Licença de Operação (LO), autorizando, após as verificações necessárias, o início da atividade licenciada e o funcionamento de seus equipamentos de controle de poluição, de acordo com o previsto nas Licenças Prévia e de Instalação, devendo o prazo de mínimo de validade ser de 4 (quatro) anos e o máximo de 10 (dez) anos.

Quanto à competência entre os órgãos integrantes do SISNAMA para a realização da análise do EIA/RIMA e outorga das licenças, esta é definida pela Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997, que no artigo 5, determina que o órgão ambiental estadual será competente para processar o licenciamento ambiental de empreendimentos localizados em mais de um Município.

Durante o processo de análise para a outorga da licença ambiental pretendida, de empreendimentos cujos impactos sejam considerados como significativos, poderá ser exigida a realização, na forma prevista pela Resolução CONAMA 09/87, de Audiência Pública, na qual serão apresentados os aspectos técnicos e socioeconômico-ambientais do empreendimento.

Cabe destacar que linhas de transmissão fazem parte do rol de empreendimentos relacionados pela Resolução Conama 237/97 como potencialmente poluidores e capazes de causar degradação ambiental, motivo pelo qual sua localização, construção e operação dependem de prévio licenciamento do órgão ambiental competente. No entanto, ao contrário do que acontece com usinas hidrelétricas, o processo de licenciamento ambiental de linhas de transmissão só tem início após a celebração do contrato de concessão, sendo de responsabilidade exclusiva da empresa ou do consórcio vencedor do leilão. Assim, linhas de transmissão são licitadas sem que haja licença prévia que ateste sua viabilidade socioambiental.

Para cada etapa desse processo, há um conjunto de documentos específicos a serem apresentados pelo empreendedor e analisados pelo órgão ambiental.

O primeiro conjunto de documentos a ser apresentado pelo empreendedor e definido pelo Termo de Referência (TR). Elaborado pelo órgão ambiental, o TR determina escopo, procedimentos e critérios para elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), além de listar documentos acessórios necessários à avaliação técnica e administrativa do empreendimento para concessão da Licença Prévia.

De acordo com IBAMA (2009), o EIA deve conter a descrição e a análise dos fatores ambientais e suas interações de modo a caracterizar a situação ambiental das áreas de influência, antes da implantação do empreendimento.

Segundo a Resolução Conama 237/97, cabe ao IBAMA licenciar empreendimentos localizados entre o território nacional e outro país, ou quando os impactos dele provenientes tenham abrangência internacional ou, ainda, quando o empreendimento licenciado abrange dois ou mais estados brasileiros, ou em situações específicas, como a interferência direta em terras indígenas e unidades federais de conservação de domínio da União, quando manipula

material radioativo em todos os estágios e quando é referente a bases ou empreendimentos militares. Dessa forma, o IBAMA é o órgão ambiental responsável pelo licenciamento da maioria das linhas de transmissão de alta tensão, uma vez que esses empreendimentos normalmente envolvem impactos ambientais em mais de um estado.

A Licença Prévia, concedida na fase de planejamento do empreendimento, aprova sua localização e concepção, atesta a viabilidade ambiental e estabelece condicionantes a serem atendidas nas próximas fases de sua implementação. É importante destacar que essa licença não autoriza a instalação do projeto ou o início de suas obras e que sua validade não pode ser superior a cinco anos.

A descrição e a análise devem englobar as variáveis que sofrerão efeitos significativos, diretos ou indiretos, não só durante a fase de implantação, como também durante a fase de operação do empreendimento. O EIA deve propor ainda medidas mitigadoras e de controle ambiental, procurando garantir o uso sustentável dos recursos naturais e apontar o percentual de investimento a ser aplicado para fins de compensação ambiental.

Em conformidade com a Resolução Conama 001/86, as informações técnicas e conclusões geradas no EIA devem ser apresentadas em um documento de linguagem apropriada ao entendimento do público: o Relatório de Impacto Ambiental (Rima). A linguagem utilizada no Rima deve ser acessível a todo o conjunto social interessado no empreendimento e deve conter ilustrações, mapas, quadros, gráficos e demais técnicas de comunicação visual que possibilitem a exposição, de forma simples e clara, das conseqüências ambientais do projeto e suas alternativas, comparando as vantagens e desvantagens de cada uma delas.

Conforme exigem a Constituição Federal de 1988 e a Resolução Conama 237/97, deve ser dada publicidade ao EIA/Rima e devem ser realizadas audiências públicas com o objetivo de expor o conteúdo desses documentos à sociedade, dirimindo dúvidas e recolhendo críticas e sugestões dos interessados. O Rima é um instrumento fundamental para o alcance dos objetivos dessas audiências.

Durante o processo de licenciamento, as prefeituras da região de implantação da linha de transmissão devem se manifestar sobre a conformidade da localização do empreendimento com a legislação de ocupação e uso do solo do município (Conama 237/97). O IBAMA consulta ainda os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs) envolvidos no licenciamento e os órgãos federais de gestão do Patrimônio Histórico (IPHAN), das comunidades indígenas (FUNAI), de comunidades quilombolas (Fundação Palmares), de

assentamentos rurais (INCRA), de conservação da biodiversidade (ICMBio) e de controle de endemias (Funasa), entre outros. As manifestações técnicas dessas entidades são parte integrante da análise de mérito do empreendimento feita pelo IBAMA e apóiam a tomada de decisão de viabilidade técnica e concessão da Licença Previa (LP).

A Lei 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), determina a obrigatoriedade de compensação financeira para empreendimentos de significativo impacto ambiental. A compensação deve ser aplicada na implantação e na manutenção de unidades de conservação e não pode ser inferior a 0,5% do custo total previsto para implantação do empreendimento.

Uma vez concedida a LP, o empreendedor deve elaborar o Plano Básico Ambiental (PBA), detalhando os planos e programas de acompanhamento e mitigação de impactos definidos no EIA. O PBA é um dos documentos que subsidiam a emissão da Licença de Instalação (LI). A LI autoriza a instalação do empreendimento de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes.

Como a construção de linhas de transmissão usualmente implica remoção de vegetação, o empreendedor deve apresentar também o Inventário Florestal, informando a área a ser desmatada e o volume de material lenhoso a ser removido. Esse documento irá apoiar a decisão sobre o deferimento da Autorização de Supressão de Vegetação (ASV). Cabe destacar que nenhuma intervenção na vegetação pode ocorrer antes da obtenção de ASV no órgão ambiental competente.

Por fim, para subsidiar a emissão da Licença de Operação, o empreendedor elabora um conjunto de relatórios descrevendo a implantação dos programas ambientais e medidas mitigadoras previstas nas etapas de LP e LI. A LO deve ser solicitada antes de o empreendimento entrar em operação, pois é a licença que autoriza o início do seu funcionamento.

Sua concessão está condicionada à realização de vistoria no empreendimento, a fim de verificar se todas as exigências e detalhes técnicos descritos no projeto aprovado foram desenvolvidos e cumpridos ao longo de sua instalação, bem como se as condicionantes e medidas de controle ambiental previstas na LP e na LI foram atendidas. O prazo de validade dessa licença não pode ser superior a 10 anos, devendo ser renovada periodicamente.



#### **4. PRINCIPAIS IMPACTOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA DE TRANSMISSÃO**

Os principais impactos, potencialmente adversos, associados com a transmissão de energia elétrica são relacionados ao uso da terra, aos efeitos elétricos e aos efeitos visuais.

Com relação ao uso da terra, a construção de linhas de transmissão pode causar erosão do solo, contaminação de água, interrupção do tráfego, distúrbios para a população da área, devido ao ruído e à poeira e destruição de habitats naturais. (Araujo, 2000)

Durante a operação, os impactos podem, dependendo do nível de tensão, incluir a interdição de: área sob a linha, de habitações, meios de transporte, máquinas agrícolas, certos tipos de cultivo e vegetações de porte. Além disso, a implantação de subestações e linhas de transmissão pode requerer reassentamento de populações (ELETROBRÁS, 1991/1993).

A ELETROBRÁS (1991/1993) identifica de uma forma geral os seguintes impactos ambientais provados pela implantação de sistemas de transmissão de energia elétrica:

- possível empobrecimento do solo devido à retirada da cobertura vegetal natural;
- perda de biodiversidade;
- interferência no equilíbrio do ecossistema;
- ocupação espontânea pelo homem de áreas de floresta;
- interferência em comunidades indígenas.

Neste contexto geral, podem ser identificados cerca de 24 impactos específicos, os quais são tratados separadamente a seguir.

##### **4.1. Indução de processos erosivos e de assoreamento de cursos d'água.**

A cobertura vegetal protege os solos do impacto direto das gotas de chuva, além do que a presença do húmus, produzido pelas plantas e animais, proporciona maior estabilidade dos agregados, sob essas condições, evitando os efeitos da erosão acelerada. Dessa forma, à medida que grandes extensões de terra são suprimidas as taxas de erosão começam a aumentar quase que imediatamente (GUERRA, 1999).

Ao ocorrer o impacto das chuvas sobre o solo exposto, a água provoca a desagregação das partículas do solo, originando partículas menores e soltas que são removidas pelo escoamento superficial. Sem as adequações medidas de contenção, o incremento e a concentração dos

filetes de água podem evoluir até formar enxurradas com maior capacidade de remoção de sedimentos e de erosão das vertentes, formando sulcos, ravinas que podem evoluir até a formação de voçorocas.

A implantação da linha de transmissão provoca modificações na superfície do terreno com a remoção da camada superficial do solo, seguida de escavações para as fundações das torres.

A remoção da cobertura vegetal e da camada superficial do solo provoca alterações físicas na estrutura do solo, tornando-o desprotegido e vulnerável ao impacto direto da chuva.

O desencadeamento de processos erosivos deverá se restringir à fase de construção, estando relacionado aos serviços de abertura de estradas de acesso, em áreas para obtenção de material de empréstimo, às escavações para execução das fundações das estruturas de fixação das torres e do sistema de aterramento e junto à transposição de cursos d'água.

O desencadeamento de processos erosivos, além do impacto da perda de solo em si, gera um impacto associado que é o assoreamento de cursos d'água, de pequenas drenagens e o entulhamento de áreas mais baixas causado pelo transporte de sedimentos por meio do escoamento superficial concentrado.

#### **4.2. Compactação do solo**

Dentre as modificações geradas pela ocupação do espaço urbano, e que são responsáveis por importantes alterações no ciclo hidrológico nessas áreas, destaca-se a impermeabilização do terreno (BOTELHO, 2002).

A compactação do solo é provocada pelo trânsito de operários e equipamentos necessários ao desenvolvimento das obras. Nos canteiros de obras, depósitos, instalações de apoio, pátios de lançamentos de cabos e estradas de acesso, a formação de uma superfície impermeável, tanto pela construção de pavimentos quanto pela compactação do solo pela movimentação de veículos e equipamentos pesados dificulta ou impede a infiltração das águas pluviais e acelera o escoamento superficial. Este escoamento ao se tornar concentrado passa a ter grande força erosiva, principalmente nos trechos onde o relevo apresenta declividade superior a 8%.

#### **4.3. Riscos de poluição dos solos e das águas**

Na fase de implantação das LT's são gerados normalmente descartes de materiais utilizados nas obras, na manutenção de equipamentos e veículos e nas instalações de apoio administrativo e de estocagem de produtos.

Os vazamentos de combustível ou derivados do petróleo dos equipamentos e veículos utilizados e a disposição inadequada de efluentes líquidos (óleos, graxas e efluentes domésticos) e de resíduos sólidos poluentes (descartes industriais e domésticos) gerados, seja nos locais das obras seja nas áreas de apoio e depósitos situados nos núcleos urbanos, poderão causar a poluição do solo nesses locais e, por extensão, favorecer a contaminação do lençol freático, onde os solos forem muito permeáveis, ou a poluição das águas superficiais, pelo transporte de substâncias nocivas e poluidoras pelo escoamento superficial.

Outro fator potencial de impacto sobre o solo e as águas superficiais refere-se à presença de operários durante a construção, que deverá gerar efluentes que apresentam características típicas como altas cargas orgânicas, nutrientes e coliformes totais e fecais. Estes efluentes não poderão ser dispostos diretamente em corpos d'água, devendo ser adotado um sistema de tratamento dos esgotos coletados, para evitar impactos sobre a qualidade de água.

#### **4.4. Emissão de ruídos e poluição eletromagnética**

Linhas de transmissão de alta tensão produzem vários tipos de efeitos provocados por corona e indução, tais como: as perdas por efeito corona, a geração de ozônio e óxidos de nitrogênio, o ruído audível, a radio interferência e as induções eletromagnéticas. Em geral, estes efeitos dependem da tensão da linha, tipo de condutor e estado de sua superfície, geometria das fases, condições meteorológicas, carga transmitida e outros fatores de menor importância.

A experiência adquirida na operação de linhas de transmissão e de alta tensão tem mostrado que as perdas por efeito corona, a interferência nos sinais de rádio e televisão (também provocados pelo efeito corona) e outros fenômenos, podem ser previstos no início do projeto, com pouca margem de erro, concorrendo para a seleção adequada da bitola dos condutores e pesando, também, na escolha da largura da faixa de servidão.

Experiências com a construção de linhas em alta tensão têm mostrado que as interferências decorrentes do efeito corona podem ser mantidas em baixos níveis, a custos razoáveis, mais ainda é impossível construir um sistema totalmente livre de corona.

#### **4.5. Formação de ozônio e óxidos de nitrogênio por efeito corona**

O efeito Corona ocorre quando um forte campo elétrico associado com um condutor de alta tensão ioniza o ar próximo ao condutor. Os fenômenos que ocorrem no ar ionizado podem se tornar audíveis, em forma de estalos. O efeito Corona também libera partículas de O<sub>2</sub> e produz ozônio, um gás corrosivo que destrói equipamentos de linhas de potência e coloca em perigo a saúde humana (JANNUZZI, 2001).

A produção e difusão destes efluentes dependem das perdas por efeito corona, altura média dos condutores, direção da linha em relação à direção do vento, velocidade do vento e outras condições meteorológicas. A produção de óxidos de nitrogênio é mais difícil porque necessita de mais energia do que para a produção de ozônio. Deste modo, a produção de óxidos de nitrogênio é menor de que a de ozônio.

Pesquisas levadas a efeito no EUA, pela American Electric Power Service Corporation (AEP) e Battelle Memorial Institute, mostraram que não há evidência de aumento nas concentrações de ozônio e óxidos de nitrogênio nas vizinhanças de LT's de 765 kV e as pesquisas desenvolvidas em laboratório concluíram que linhas de tensão até 765 kV, sob quaisquer condições climáticas, não produzem ozônio de modo a aumentar as taxas normais do meio ambiente.

#### **4.6. Ruído audível**

As linhas de transmissão de alta tensão constituem em fontes geradoras de ruídos audíveis pelo ser humano em decorrência do efeito corona, quando da ocorrência de umidade relativa do ar que favoreça tais efeitos.

O efeito corona é resultado de fontes de interferência eletromagnética que causam problemas de recepção em aparelhos de rádio e televisão, principalmente na faixa AM, o que pode ser bastante incomodo para moradores na região afetada pelo empreendimento. Também produz ruído audível, o que provoca a sensação de insegurança, e a formação de ozônio e óxido de nitrogênio que por sua vez, contribuem para formação de chuva ácida. (Carvalho, 2005).

Os níveis de corona em tempo seco são desprezíveis, em comparação com níveis observados durante tempo chuvoso. Em termos de linha de transmissão, o tempo chuvoso pode ser classificado em duas situações: a primeira, por ocasião da incidência de chuva: e a outra, no caso da ocorrência de uma leve garoa ou durante o período em que o cabo permanece molhado após a chuva.

Na primeira situação, o ruído gerado pela linha transmissão é de grande intensidade, em virtude da quantidade de gotas que pingam dos cabos, havendo, porém, um aumento do ruído ambiente em decorrência da queda da chuva no solo. Na segunda situação, quando os cabos ficam apenas molhados, o ruído audível gerado pela linha de transmissão é inferior ao observado durante as chuvas, porém o ruído ambiente não sofre praticamente nenhuma modificação.

Comparando as duas situações e computando-se o acréscimo de ruído em relação ao ruído ambiente observado em cada caso, pode-se considerar que a maior perturbação causada pelo ruído, ocorre na situação em que o cabo fica apenas molhado.

O ruído gerado por uma LT é formado por dois componentes principais:

- **Ruído aleatório:** similar a um chiado, ocorrendo em uma extensa faixa de frequência e produzido por descargas parciais aleatórias que ocorrem no ar junto à superfície do condutor
- **Tons puros:** com frequência de 120 Hz ou múltiplos, provocados pelo movimento de cargas espaciais existentes em torno do condutor

O ruído aleatório produzido por descargas parciais é o que causa maiores perturbações ao ser humano, enquanto os tons puros têm influência desprezível.

Os instrumentos de medição do ruído detectam toda a gama de frequências e pressões acústicas correspondentes, ponderando tais valores de acordo com diferentes circuitos, normalmente definidos pelos fabricantes como circuitos A, B, C e “flat”. O circuito de atenuação que melhor reproduz a percepção do ouvido humano é o circuito A, normalmente usado nas medições efetuadas em LT's.

É usual dimensionar o nível máximo de ruído audível de acordo com o que pode ser tolerado pelo público. Os níveis de aceitação do ruído variam conforme o receptor e o ruído de fundo existem. Uma comunidade reage negativamente a uma fonte sonora, em geral, a partir de 65 dB(A), quando surgem raras reclamações. Estas se tornam generalizadas quando o nível de ruído atinge 75 dB(A), sendo que a poluição sonora torna-se inaceitável aos 80dB(A).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) E A OCDE, considerados os principais organismos de coleta de dados, desenvolveram métodos de avaliação dos efeitos da exposição ao ruído ambiente. Fundamentados nestas avaliações, sugeriram valores para diferentes períodos do dia e para distintas situações.

AOCDE (1986) apresentou os seguintes níveis como limiares de incômodo (LAeq) para o período diurno:

- a partir de 55-60 dB (A) o ruído causa incômodo;
- entre 60-65 dB (A) o incômodo aumenta consideravelmente;
- a partir de 65 dB (A) surgem perturbações dos padrões de comportamento, sintomáticos de danos graves causados pelo ruído.

A OMS (1995) sugeriu um valor de orientação padrão de 55 dB(A) LAeq e 50 dB (A) LAeq, respectivamente, para prevenir qualquer significativo incômodo moderado para o mesmo período. Níveis de pressão sonora, durante o período noturno, não poderão exceder a 45 dB(A) LAeq. Entretanto, níveis de pressão sonoros mais baixos podem perturbar o sono, dependendo da fonte de ruído, além de outras características.

No Brasil, a resolução CONAMA 01/90, remete para a Norma NBR 10151 da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) – “Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade” – que fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades.

A determinação dos níveis máximos de ruído toleráveis depende também do uso que se faz da terra ao longo da rota de uma LT. Segundo a NBR 10.151 Os níveis máximos de ruídos em áreas de sítios e Fazendas é de 40 dB (A), para o período diurno, e 35 dB(A), no período noturno

#### **4.7. Interferência em rádio (RI) e televisão (TVI)**

Os problemas com RI e TVI, causados por linhas de transmissão vêm crescendo de importância nos últimos anos, devido ao desenvolvimento dos sistemas de telecomunicações.

Em virtude dos prejuízos causados aos moradores próximos a uma linha de transmissão, sob o aspecto da recepção dos sinais emitidos pelos sistemas de difusão de rádio e televisão, torna-se necessário manter certa qualidade de recepção, a qual é representada pela diferença (em dB) entre o sinal recebido e o ruído provocado pela LT. A correlação entre o valor (sinal-ruído) e a qualidade da recepção é puramente subjetiva, dependendo da sensibilidade de cada pessoa.

Os níveis de rádio e TV-interferência são expressas em dB acima de um nível de referência padrão de 1 microvolt por metro. É de uso corrente adotar, para projetos de linhas de transmissão, relações sinal-ruído em torno de 24 dB para a RI e 38 para a TVI.

A relação sinal-ruído adotada para RI é geralmente associada a cabo seco devido, principalmente, a razões de ordem econômica. A RI produzida com o cabo sob chuva forte é sensivelmente superior ao valor associado a tempo bom, podendo a diferença entre os dois valores atingir 25 a 30 dB.

Outro procedimento também utilizado consiste em associar a relação sinal-ruído especificada a uma condição atmosférica com determinada probabilidade de ocorrência. Tal procedimento pressupõe um conhecimento estatístico razoável das condições atmosféricas.

Para a TVI, a relação sinal-ruído é em geral associada à chuva forte, uma vez que esse critério não costuma onerar o custo da linha de transmissão. Por outro lado, com cabo seco a TVI PE é desprezível.

O método atualmente em uso para determinação da TV – interferência (TVI) considera os valores de RI, calculados a partir dos parâmetros impostos para a TVI (chuva forte), e, em seguida, aplica a esses valores uma lei de atenuação que leva em conta o fato do ruído ser tanto menor, quanto maior a frequência utilizada.

Desde que a linha tenha um comportamento aceitável dentro dos níveis estabelecidos para RI, é esperado também que satisfaça os de TVI, a não ser que ocorram descargas nos isoladores e ferragens das cadeias dos condutores, as quais se verificam com tempo bom e seco. Se forem tomadas precauções por ocasião das especificações destes materiais e durante a construção das linhas, serão evitados os problemas acima mencionados.

#### **4.8. Indução de campos eletomagnéticos**

Os efeitos elétricos estão associados com campos elétricos e magnéticos (CEM), efeito corona e transferências de potencial elétrico. São induzidas correntes elétricas em pessoas, animais e quaisquer objetos que estejam próximos das instalações energizadas. Diversos problemas resultam dessas aproximações aos campos eletromagnéticos, destacando-se a segurança das pessoas. (Domingues, 1990).

Independente da classe de tensão, toda linha energizada alimentando uma carga, produz um campo elétrico e um campo magnético. A fonte do campo elétrico é o gradiente do potencial elétrico na superfície dos condutores e a fonte do campo magnético é a corrente elétrica.

Os efeitos eletrostáticos (campo elétrico) estão presentes quando objetos ou pessoas, possuindo características condutivas e isoladas da terra, encontram-se próximos a um condutor energizado.

A técnica utilizada para a redução dos efeitos eletrostáticos consiste em aumentar a distância entre o condutor energizado e o objeto (pessoa, animal, etc.) e aterrar o objeto. Em alguns casos, como por exemplo, em travessias de linhas de 765 kV sobre estradas importantes, tem sido adotada a técnica de se construir uma malha, localizada entre as fases e a estrada. Esta malha é formada por alguns cabos, dispostos em direção paralela às fases, conectados a terra em apenas uma das extremidades.

A intensidade do campo elétrico à altura de 1 metro do solo é expressa em quilovolts por metro (kV ms/m). Os níveis de campo elétrico a serem adotados em um objeto devem ser selecionados em função do uso do solo atravessado pela LT. Como exemplo, o projeto da LT 500 kV Bateias – Ibiúna adotou os seguintes valores de campos elétricos:

- 8,3 (kV rms)/m, para locais acessíveis a pedestres;
- Até 4,2 (kV rms)/m, no limite da faixa de servidão.

Para efeito de interação com o corpo humano, os campos eletromagnéticos são divididos em duas categorias principais: os de baixa frequência, e os de alta frequência. Os campos de baixa frequência são emitidos por equipamentos que utilizam frequência até no máximo 30 kHz. Entre os dispositivos que emitem campos nessa faixa estão às linhas de alta e baixa tensão, os transformadores de vídeo utilizado em monitores e TV, os trens elétricos, etc. Os campos de alta frequência são aqueles acima de 30 kHz. Os equipamentos que emitem ondas eletromagnéticas nessa faixa são os rádios de comunicação, aparelhos celulares, estações de radio ou TV, fornos de microondas, etc.

Recentemente, a preocupação da sociedade com esses possíveis efeitos biológicos vêm aumentando de modo significativo, especialmente com relação às populações que vivem nas vizinhanças de sistemas de alta e extra-alta tensão. Nos EUA a implantação desses sistemas vem enfrentando grande rejeição por parte da opinião pública, resultando em grande demanda de tempo para negociar a sua instalação, não se evitando ainda as possíveis demandas judiciais futuras.

Por isso, têm sido envidados exaustivos estudos, utilizando uma linha de pesquisa baseada em avaliações laboratoriais em animais e vegetais e outra em estudos epidemiológicos em populações.

Experiências têm evidenciado que os CEMs podem causar modificações celulares, alterações dos níveis de hormônio e do sistema nervoso central dos animais, podendo ainda



estar associados com câncer na infância, no entanto, elas não podem ser extrapoladas (Pace University, 1991). A razão é que os efeitos dos CEMs dependem de vários níveis de limite e exposição a faixas específicas de frequências e intensidades (Furtado, 1996).

Os estudos epidemiológicos apresentam dois problemas: o primeiro diz respeito à caracterização da exposição e o segundo a separação das variáveis influentes e a conseqüente eliminação de fatores que confundem os resultados (Fernandes, 1991). Estudos tendem estabelecer essa correlação, mas não se pode afirmar nada a respeito ainda. Esta é a opinião de entidade como a Organização Mundial da Saúde (1989) e o Cigré (1991).

A indução elétrica causada pela exposição de tecidos humanos aos campos eletromagnéticos de baixas frequências produza algumas reações por parte das células sensoriais e nervosas do homem. A literatura especializada destaca efeitos como mudanças do metabolismo, e a disfunções cardíacas, entre outros. No entanto, não existe comprovação da relação entre essa exposição e o aparecimento de diferentes formas de câncer, mais especificamente de leucemia.

Embora os sistemas de transmissão de energia, que transportam elevadas potências utilizando baixas frequências, tenham se tornado o primeiro alvo das pesquisas a respeito da interação dos campos com os meios biológicos, é o aparecimento de novas tecnologias como o telefone celular que tem merecido atenção especial dos pesquisadores.

A literatura existente sobre campos eletromagnéticos e seus efeitos sobre a saúde humana tem indicado que campos magnéticos de baixa frequência, como a intensidade de ordem de 100 a 300 $\mu$ T (microtesla) não acarretam problema ao organismo humano. A título de ilustração, pode-se citar que o campo eletromagnético natural da terra é cerca de 50  $\mu$ T e um simples barbeador elétrico pode criar campos magnéticos entre 500  $\mu$ T a 1000  $\mu$ T.

#### **4.9. Supressão de vegetação**

A instalação de redes elétricas sobre a vegetação e o solo resultam na fragmentação de trechos de mata (Xavier, et al, 2007).

Na fase de planejamento ocorre uma supressão de vegetação pouco significativa em função das atividades de levantamento topográfico, sondagens de resistividade.

É na fase de implantação que ocorre a maior interferência com a vegetação existente, ainda que sejam limitadas na definição do traçado, manchas de vegetação de maior significado.

Na fase de operação e manutenção da faixa de servidão, eventualmente será necessária a supressão de espécies vegetais que ameacem a segurança do sistema.

A supressão da vegetação na fase de implantação é um impacto direto que ocorre ao longo da faixa de servidão da LT, principalmente nos locais de instalação das torres, praças de lançamentos dos cabos e na abertura de acessos.

Este impacto está diretamente ligado ao estado de conservação dos remanescentes florestais e, portanto, não é significativo nos municípios que se situam nas extremidades da linha, próximo a núcleos urbanos em regiões com a vegetação descaracterizada e reduzida a fragmentos incapazes de dar suporte ao grande número de espécies vegetais.

A instalação das torres, apesar de constituir um impacto bastante localizado terá caráter permanente. Para o lançamento dos cabos também será necessário a supressão de vegetação apenas em duas faixas de 3m de largura. Esta faixa, no entanto, pode ser recuperada e ter a vegetação recomposta, tão logo as atividades de instalação sejam concluídas.

É importante ressaltar que a implantação da faixa de servidão, quando utilizado o sistema de alteamento de torre, não requer remoção completa da vegetação existente, não criando assim uma barreira para a fauna, causando pouca interferência no transporte de sementes e propágulos que proporcionam a manutenção da dinâmica populacional nos remanescentes florestais. Ou seja, a linearidade sem constituir uma barreira permite a manutenção do fluxo gênico entre os dois lados da LT, o que pode permitir a manutenção da biodiversidade local.

A abertura de estradas e acessos aumenta a fragmentação da vegetação proporcionando novas áreas de contato direto com a ação do intemperismo. Esse aumento da fragmentação acarreta o “efeito de borda”, que é o local onde grande parte dos processos biológicos ligados a degradação são iniciados: mudança do microclima, aparecimento de espécies invasoras, pioneiras, cipós, perda de biodiversidade.

Pode-se avaliar que os impactos sobre a vegetação são de média relevância, considerando a importância da vegetação nativa e dos fragmentos mais extensos que potencialmente podem sofrer intervenção. No entanto, uma vez que são muito localizados e restritos a poucas áreas, caracterizam-se de pequena significância no contexto regional.

No sistema elétrico brasileiro, a transmissão a longa distância, associada com o provável uso do potencial hidroelétrico da Amazônia, pode causar impactos tão relevantes quanto aqueles causados por reservatórios.

#### **4.10. Corte seletivo**

A busca por medidas que visem à redução de impactos na vegetação nativa em áreas sob linhas de transmissão de energia elétrica leva à adoção da prática de supressão seletiva da vegetação. Essas medidas estabeleceram normas de restrição ao corte de vegetação nativa, eliminando-se apenas árvores e os ramos que podem causar danos às linhas de transmissão de energia elétrica (ABREU et al, 2002). Segundo este autor, o método de supressão seletiva reduziu em 27,6% o total de impactos negativos referentes aos meios físico e biótico, além do que as taxas de erosão e de destruição de habitats são bastante reduzidas.

#### **4.11. Perturbação da fauna**

As perturbações causadas pelas obras de construção com destaque para a produção de ruídos diversos, causam significativos impactos sobre a fauna, afetando inclusive a reprodução de muitas espécies.

Os ruídos gerados pela operação de britadores e pela movimentação de máquinas pesadas utilizadas na construção provocam o afastamento de diversos animais.

A presença de pessoas trabalhando em um ambiente pouco habitado também costuma causar perturbação à fauna local. Algumas atividades previstas na época do planejamento do empreendimento – como reconhecimento do terreno, levantamentos topográficos e execução de sondagem podem causar impactos diretos sobre a fauna em função da emissão de ruídos e da circulação de pessoas, não comuns aos ambientes mais preservados. Este impacto, no entanto, pode ser considerado de pequena magnitude porque estas atividades envolvem poucas pessoas e tendem a ser de curta duração.

Na fase de implantação, as mesmas atividades que causam impacto à vegetação implicam em impactos sobre a fauna, tais como a implantação de depósito de materiais e equipamentos, abertura de estradas, canteiros de obras, exploração de jazidas, supressão de vegetação para lançamento de cabos, escavações de execução de fundações, instalações de estruturas, cabeamento e aterramento, e transporte de materiais pesados. Nestas atividades, a significância ou relevância estará sempre atrelada ao tipo de vegetação e à presença eventual de fauna em ameaça de extinção.

Os locais a serem selecionados para depósitos e canteiros de obras devem evitar áreas com vegetação relevante para a fauna de modo a minimizar a ocorrência de impactos. Também a abertura de estradas ou caminhos de serviço pode causar impactos à fauna,

também essencialmente atrelados à presença de vegetação, mas, também, à geração de ruído decorrentes do fluxo de veículos.

A supressão de vegetação é indiretamente, a ação do empreendimento com maior potencial de impacto sobre a fauna. Consequentemente, as áreas de maior impacto coincidem com os remanescentes mais bem estruturados que possuem alta capacidade de suporte de diferentes espécies, notadamente os locais de ocorrência de vegetação nativa em estágio médio a avançado. A vegetação nativa em estágios iniciais e pioneiros se constitui em áreas com níveis de impactos de menor grau. Os fragmentos mais antropizados, localizados em áreas rurais, podem acolher algumas espécies da fauna mais generalistas e menos exigentes, o mesmo ocorrendo nas áreas de reflorestamentos, excetuando-se os reflorestamentos, excetuando-se os reflorestamentos de pinus, que são excludentes de fauna.

Portanto a diminuição de habitats naturais que fornecem abrigo e alimentação à fauna desponta como principal impacto. A construção de vias de acesso, as obras em estradas já existentes e a emissão de ruídos decorrentes de máquinas e da própria circulação do pessoal da obra, serão fatores indutores de perturbação da fauna, que se deslocará do entorno da área do empreendimento para regiões adjacentes, aumentando a competitividade por habitats. Estas condições são temporárias e, portanto, com o término da implantação do empreendimento tendem assumir um novo equilíbrio, já que as condições de operação deste empreendimento são relativamente similares em relação à situação previamente existente. É importante ressaltar que a faixa de servidão da LT não cria uma barreira intransponível para fauna.

É possível que na época de implantação haja um aumento da pressão por caça, dado o fluxo de pessoas que eventualmente realizem esta atividade. Apesar de ser uma atividade controlável, em casos extremos pode causar diminuição de populações.

#### **4.12. Impacto visual**

O impacto visual de uma linha de transmissão decorre principalmente da repetição contínua de torres e condutores ao longo da linha de visão.

Os efeitos visuais alteraram as paisagens e desvalorizar áreas urbanas.

A importância desse impacto tem a ver, não somente com sua aparência visual, mas com o conteúdo que evoca, ou seja, seu simbolismo. Esse valor simbólico varia em função da evolução social, econômica e cultural das sociedades, e a percepção do público

em relação a um determinado tipo de empreendimento varia com essa evolução (CIGRÉ, 1986 apud ELETROBRÁS/CPTA/GA-005, 1990).

#### **4.13. Alteração da paisagem natural regional**

Alguns fatores positivos atenuam os efeitos da implantação da linha de transmissão na paisagem. O primeiro a ser considerado é a adoção de métodos construtivos, que restrinjam a remoção da vegetação, e abertura de vias de serviços apenas ao estritamente necessário, o que interfere o menos possível na estrutura superficial da paisagem.

#### **4.14. Interferência em unidades de conservação**

Unidades de conservação são áreas sob proteção legal e devem ser evitadas por empreendimentos de qualquer natureza. A lei 9.985/2000, também conhecida com Lei SNUC (Sistema de Unidades de Conservação), trata da criação, da classificação e da gestão dessas unidades e foi regulamentada pelo Decreto 4.340/2002.

Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de significativo impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral, de acordo com o disposto no artigo 36 da lei 9.985/2000. No regulamento desta Lei (DECRETO Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002) descreve que a alocação de recursos advindos da compensação referente ao licenciamento ambiental de empreendimentos com significativo impacto ambiental é definido pelo Grau de Impacto nos ecossistemas, podendo atingir valores de 0 a 0,5%.

A alocação de recursos de compensação ambiental será determinada pelo IBAMA e, em geral, é feita por meio de convênios com órgãos de controle ambiental para a realização de melhorias na infraestrutura de fiscalização e monitoramento, elaboração ou atualização dos planos de manejo das UCs.

#### **4.15. Perdas patrimoniais**

As linhas de transmissão e de distribuição, podem ter conseqüências devastadoras para as populações atingidas, provocando perdas patrimoniais, culturais, de identidade e a própria desestruturação das comunidades. (Bittencourt; Albuquerque; Silva, 2009)

Este impacto é causado a partir da escolha definitiva do traçado da linha de transmissão e na ação de liberação da faixa de servidão. O estabelecimento da faixa de servidão pode, eventualmente, trazer algumas perdas patrimoniais representadas por edificações já existentes no local e culturas não compatíveis, como reflorestamentos.

Os processos de planejamento dos empreendimentos podem prever três formas de minimizações deste impacto: o estudo de permanência de benfeitorias/culturas compatíveis com a LT; a alteração do traçado em áreas ou pontos com benfeitorias; e indenizações de benfeitorias e culturas.

#### **4.16. Expectativas da população**

Com a divulgação da efetiva implantação de um empreendimento, ocorre o aumento da expectativa da população, seja com relação à geração de empregos diretos e indiretos, seja com relação aos efeitos ambientais esperados, principalmente no que se refere à faixa de servidão administrativa, e às possíveis desapropriações, realocações e indenizações. Outras ações como serviços de topografia e sondagens, liberação da faixa de servidão e locação das estruturas, são igualmente indutores de expectativas e anseios da população da área de influência direta do empreendimento.

A divulgação das características do empreendimento, dos procedimentos indenizatórios da faixa de servidão e benfeitorias, e o esclarecimento dos efeitos ambientais esperados, incluindo a real ampliação de oferta de energia é uma ação fundamental para atenuar falsas expectativas e possíveis manifestações contrárias por parte de segmentos da população potencialmente afetados.

#### **4.17. Restrições ao uso e ocupação do solo**

A definição do traçado da linha de transmissão e a localização precisa das estruturas e da faixa de servidão administrativa pode estabelecer restrições ao potencial de uso do solo. Esta alteração da capacidade de uso acontece em dois níveis diferentes:

- **Micro ou localizados:** definida pela restrição legal sob e junto à faixa de servidão, não sendo permitido erigir construção, praticar a sivilcultura, culturas que utilizem queimadas, atividades que implique em permanência de pessoas por longos períodos, culturas de grande porte, e estabelecimento de veículos e máquinas agrícolas. Indiretamente, também são impostas restrições como decorrência da implantação de estruturas e eventual impacto a pequenas propriedades, inviabilizando usos que demandem áreas maiores que as parcelas remanescentes ou ainda que se beneficiem das qualidades cênico-paisagísticas da região;
- **Macro:** definido restrições ao desenvolvimento de futuras formas de ocupação, especialmente à implantação de loteamentos ou condomínios, com impacto no projeto e provável desvalorização imobiliária.

O impacto gerado por linhas de transmissão não é do mesmo nível que o ocorrente, por exemplo, com rodovias e ferrovias, que representam uma barreira física de maior dificuldade para transposição. Ou seja, a faixa de servidão de uma LT é um limite transponível, porém indesejável, tanto por aspectos cênico-paisagísticos, como pela emissão de ruídos de operação da linha e interferências em sinais.

Assim, quando o traçado proposto afeta uma comunidade rural, um significativo número de pessoas estão sujeitas aos incômodos gerados na fase de obras e operação. Além de maiores custos relacionados às desapropriações do projeto devem ser feitos ajustes ao traçado para minimizar estas interferências.

#### **4.18. Realocação de população**

Quando a faixa de servidão afeta moradias ou aglomerações rurais de população é necessária a realocação desta população para outras áreas fora dos limites da faixa de servidão. Com o detalhamento do projeto e os consequentes ajustes ao traçado, já mencionados, é possível quantificar precisamente as realocações que efetivamente serão inevitáveis. Assim, embora ainda na fase de planejamento, o traçado da LT seja definido de forma a minimizar a necessidade dessas realocações, é necessário considerar o impacto como de alta relevância, envolvendo aspectos econômicos e sociais.

O impacto é, além disso, permanente e irreversível, pois, uma vez liberada a faixa de servidão e instalada a linha, uma série de restrições ao uso e ocupações passa a incidir sobre a área, impedindo a reocupação. Para lidar com esse impacto deve-se, portanto, estar previsto um abrangente programa de comunicação social, para prestar satisfações à população

afetada, além de um programa específico de remanejamento das famílias atingidas, o qual deve prever as medidas mitigadoras e compensatórias adequadas.

#### **4.19. Geração de empregos**

A construção de linhas de transmissão indica a possibilidade de geração indireta de cerca de 20% de postos adicionais de trabalho. Esta geração está associada ao atendimento de demandas geradas pela obra (transporte, alimentação, hospedagem, produção de equipamentos, etc.)

Como efeito da geração de empregos diretos e indiretos tem-se, ainda, um incremento da massa salarial, contribuindo para o incremento das atividades econômicas e melhoria da qualidade de vida. Neste sentido, a geração de empregos durante as obras pode ser considerada um benefício direto e localizado, de ocorrências imediatas.

#### **4.20. Aumento da demanda sobre serviços de saúde**

As eventuais pressões sobre os equipamentos sociais estão principalmente associados ao setor de saúde. São esperadas pressões por habitações das frentes de trabalho; por atividades/serviços voltados ao lazer ou mesmo segurança. O que geralmente ocorre são as eventuais demandas por atendimento médico que merecem tratamento local ou, dependendo do caso, em equipamentos regionais de saúde.

Associado ao recrutamento de mão-de-obra e às obras de implantação da linha de transmissão (desmatamento, terraplanagem, implantação das torres e da linha e obras civis) são esperadas diversas situações que se relacionam às condições de saúde dos trabalhadores, caracterizados como acidentes com a mão-de-obra contratada e/ou pessoal local e questões de saúde vinculadas à concentração de pessoas nas obras e alojamentos.

A correta aplicação das normas de segurança e de saúde ocupacional, assim como aquelas relacionadas ao saneamento básico, acompanhadas de ações e campanhas de educação ambiental deve minimizar os eventuais efeitos negativos.

Durante a operação, a demanda por serviços de saúde é restrita ao atendimento de emergências na eventualidade de ocorrência de acidentes no desempenho dos serviços de manutenção da LT. Estas demandas devem ser identificadas na elaboração do Plano de Emergência, de forma a capacitar adequadamente todas as estruturas e serviços necessários.



#### **4.21. Melhoria das finanças públicas**

A geração de empregos temporários nas frentes de serviço, associada à uma demanda temporária de insumos e serviços, tem como consequência geração de uma arrecadação de tributos adicional e também temporária.

A principal expressão, no âmbito municipal, deve ser o ISS (QN) - Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza. A arrecadação desse tributo beneficia principalmente os municípios que servem como sedes da obra e, de modo secundário, os demais municípios da região que poderão abrigar atividades de suprimento de demandas geradas nas obras da LT.

#### **4.22. Impacto no tráfego aéreo e aeródromos**

A legislação que rege as restrições de uso e ocupações nas zonas próximas a aeródromos é a Resolução n.º 1141/GM5, de 8 de dezembro de 1987, do Ministério da Aeronáutica, que também especifica os gabaritos e dimensionamento das zonas de proteção do aeródromo (áreas de aproximação e de decolagem, áreas da transição, horizontal interna, cônica e horizontal externa).

Na fase de detalhamento do projeto é necessário que seja considerada esta legislação para definir a viabilidade de se manter a proximidade da linha com o aeródromo (o que requereria um licenciamento especial junto ao COMAR – Comando Aéreo Regional), ou se mudança de traçado deverá ser mais convenientes.

Com a classificação e o código do aeródromo, é possível determinar as dimensões de todos os dados necessários para o Plano Básico de Proteção dos Aeródromos: faixa de pista, aéreas de aproximação e de decolagem, áreas de transição, área horizontal interna, área cônica e área horizontal externa.

São determinadas as seguintes limitações de uso:

Na faixa de pista não são permitidos quaisquer aproveitamentos que ultrapassem seu gabarito, tais como construções, instalações e colocações de objetos de natureza temporária ou permanente, fixos ou móveis.

Nas áreas de aproximação, decolagem e transição não são permitidas implantações de qualquer natureza que ultrapassem os seus gabaritos, salvo as torres de controle e os auxílios à navegação aérea.

São permitidas, independentemente de autorização ou consulta ao Comando Aéreo Regional – COMAR, as implantações que se elevem acima da superfície do terreno em, no

máximo, 8 m na área horizontal interna, 19 m na área cônica de 30 m na área horizontal externa, qualquer que seja o desnível em relação à elevação do aeródromo. Isso não vale para instalações de torres, redes de alta tensão, cavo aéreos, mastros, postes e outros objetos cuja configuração seja pouco visível à distância.

Qualquer aproveitamento que ultrapasse os gabaritos das áreas horizontal interna, cônica ou horizontal externa, não enquadrados na delimitação anterior, deverá ser submetido à autorização do Comando Aéreo Regional – COMAR. Nos pedidos de autorização para aproveitamento de propriedades, deverão constar: identificação e natureza do aproveitamento, localização do aproveitamento em relação à pista de pouso do aeródromo (utilizando métodos topográficos ou geodésicos), altitude do terreno no local do aproveitamento, altura (do solo ao topo) da implantação pretendida, carta topográfica da região ou cópia, na escala de 1:100.000 ou maior, indicando o local da implantação, assinada por um engenheiro devidamente qualificado, outros elementos solicitados.

#### **4.23. Impacto no tráfego de veículos e acessibilidade**

O maior impacto decorrente da implantação no sistema viário e tráfego de veículos está previsto para ocorrer na fase de construção, em função do transporte de material para construção das torres e dos cabos. Para a construção da LT 500 kV Bateias – Ibiúna foram transportados para os canteiros de obras por caminhões cerca de 11.500 toneladas de aço para as estruturas das torres e mais 10.000 toneladas de cabos de alumínio.

Geralmente os canteiros de obras ou bases logísticas são instalados nas cidades. Os caminhões descarregam o material nas bases urbanas, de onde são posteriormente distribuídos para os canteiros de obra propriamente ditos. Esse transporte base-canteiro é realizado por caminhões de menor porte, porém as viagens são mais frequentes, por esse motivo.

No caso dos cabos, o transporte é feito em bobinas, com peso de cerca de 3 toneladas por bobina.

O transporte desses materiais provoca impactos tanto no estado de conservação das vias quanto no tráfego nas estradas, especialmente as vicinais e estaduais que venham a ser utilizadas.

#### **4.24. Impactos sobre o patrimônio arqueológico**

Segundo CANTER (1996) apud SILVA (2002), os recursos culturais incluem locais de importância arquitetônica, arqueológica, histórica além de áreas consideradas de importância única por suas informações geológicas, ecológicas ou científicas.

A base de recursos arqueológicos é de natureza finita, constituída por objetos tomados individualmente ou em conjunto, formando estruturas in situ, inseridas em matrizes arqueológicas, ou coleções de acervo ex-situ em reservas técnicas, sob a guarda de instituições. Segmentos da paisagem modificados pelo homem, que permitam melhor compreensão das relações homem/meio ou as conexões espaciais intra-sítios, também são considerados recursos arqueológicos.

O registro arqueológico constitui fonte de conhecimento sobre as populações ágrafas do passado. Tal premissa engloba as populações indígenas que ocuparam o território brasileiro desde há milhares de anos. Ocupações posteriores, com seus respectivos modos de produção e arranjos territoriais, acabaram por comprometer a integridade das evidências das ocupações mais antigas. De fato, um dos principais problemas que permeia pela preservação do patrimônio arqueológico é a definição de classes de conservação de sítios, seguida da correta inserção de cada um deles.

### **5. ESTUDO DE CASO: A LT 500 KV BATEIAS – IBIÚNA – CIRCUITO DUPLO**

#### **5.1. Introdução**

Para o referido estudo foi escolhida a linha de transmissão de 500kV Bateias – Ibiúna.

Este empreendimento teve seu projeto inicial desenhado no modelo tradicional de construção de LT, sendo previsto alteamento de torres somente quando os aspectos técnicos construtivos o exigiam. No entanto, quando da solicitação da ASV, utilizando-se a estratégia de alteamento de torres, o IBAMA não permitiu a supressão de vegetal total sob a Linha de Transmissão, em especial no que se refere á condição específica do item 2.6 da Autorização de Supressão, e determinou que “a supressão de vegetação deverá ser seletiva, utilizando-se a estratégia de alteamento de torres, não sendo permitida a supressão total sob a LT, salvo nos casos de eminente risco a integridade física do empreendimento”.

Além do IBAMA, também o Instituto Florestal do Estado de São Paulo, em função da interferência da área de contorno (faixa de 10km de largura) de quatro parques estaduais sob sua administração, recomendou, por meio da Manifestação Técnica 19, o alteamento das torres, de modo a minimizar a supressão de vegetação na fase de construção, bem como propiciando a redução das necessidades de podas periódicas durante a operação da linha.

Diante das manifestações do IBAMA e Instituto Florestal do Estado de São Paulo, a empresa promoveu a alteração do projeto para o alteamento de 79 torres e na região onde o relevo e/ou clima não permita a construção de torres altas, foi necessário o aumento do traçado em 4 km para desviar do fragmento florestal.

### **5.1.1. Definições básicas**

#### **5.1.1.1. Torre autoportante**

Uma torre de linha de transmissão comporta-se como uma viga vertical engastada no solo e submetida a cargas verticais e horizontais que provocam momentos na linha de engastamento<sup>8</sup> (Manual de Furnas)<sup>9</sup>.

A estrutura da torre autoportante se mantém em equilíbrio sem a necessidade de nenhum auxílio de acessório externo à mesma e a transferência para o solo, dos esforços a que é submetida, ocorre de forma direta através de suas fundações.

---

<sup>8</sup> Engastamento: impedem os três movimentos, os dois de translação e o de rotação

<sup>9</sup> Manual do Centro de Treinamento de Jacarepaguá, Noções Gerais de Fases de Projeto e Construção de LT's

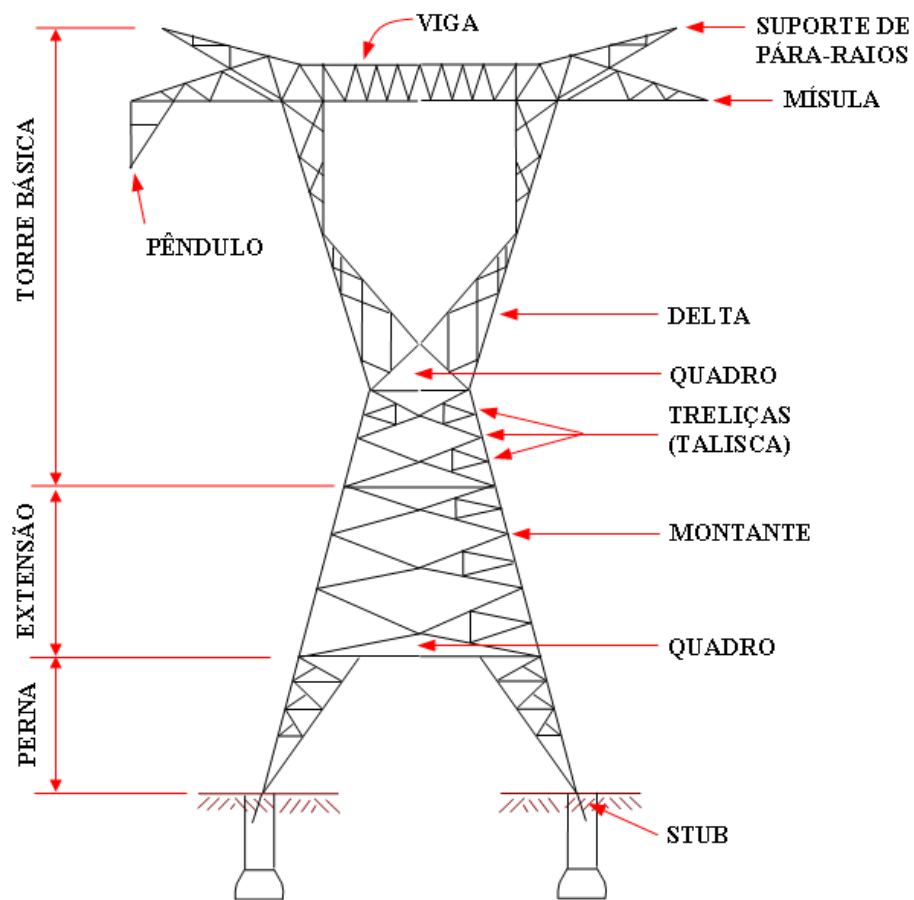


Figura 04 - Ilustração da torre autoportante

### 5.1.1.2. Tipos de torres autoportantes

#### Torres A e B

As torres tipo A e B são do tipo suspensão, com a função de sustentar as cargas suspensas das cadeias de isoladores, cabos condutores e cabos pára-raios. Suporta as cargas normais referentes à suspensão dos cabos, ação do vento, e pequenos a médios ângulos.

- **Torres D**

São estruturas do tipo ancoragem, também conhecidas como estruturas de amarração e têm a função de ancorar os cabos condutores e pára-raios, além de evitar o efeito cascata.

#### **5.1.1.3. Stub**

Peça metálica responsável pela transição dos esforços entre a estrutura metálica de uma torre e o concreto das fundações.

#### **5.1.1.4. Fôrma**

Peça geralmente confeccionada em madeira, podendo ser também metálica, utilizada para conter o concreto no momento do seu lançamento na peça a ser concretada e também para dar a forma projetada.

#### **5.1.1.5. Armadura**

Conjunto de ferros amarrados conforme projeto, formando uma peça metálica que é inserida no interior do concreto, e que tem como função estrutural principal, resistir aos esforços de tração que a estrutura de concreto possa vir a sofrer.

#### **5.1.1.6. Cabo condutor**

Cabo em alumínio, podendo ou não possuir alma de aço, que conduz a corrente elétrica nas linhas de transmissão.

#### **5.1.1.7. Cabo piloto**

Cabo de aço utilizado para puxar o lançamento do cabo condutor, este cabo é lançado no solo por arrasto e erguido com tensão controlada para puxamento do cabo condutor.

#### **5.1.1.8. Fundação**

É o sistema formado pelo elemento estrutural das torres localizado abaixo do solo, podendo ser do tipo bloco, tubulão, sapata ou grelha, e pelo maciço de solo que envolve este elemento, tendo como função suportar as cargas provenientes da torre.

#### **5.1.1.9. Faixa de servidão**

Faixa de servidão é a faixa de terra necessária à construção, operação e manutenção da linha de transmissão cujo domínio permanece com o proprietário, porém com restrições ao uso que garantam a segurança dos moradores do imóvel e do empreendimento.

As áreas dentro da faixa de servidão são distribuídas em três diferentes áreas, conforme segue:

- **Área A:** Fica ao redor da estrutura das torres. Usada para a movimentação de veículos e equipamentos nos trabalhos de manutenção da LT, nessa área não são permitidas quaisquer benfeitorias. Para LT's de 500 kV são necessárias uma área de 30m<sup>2</sup>.
- **Área B:** É definido por uma faixa (corredor) na largura "B", o valor definido para LT's de 500 kV são de 28 metros. Esse corredor limita uma faixa ao longo da LT (excluída a área "A") onde são permitidas determinadas benfeitorias em função das suas características, conforme especificado na tabela 03.
- **Área C:** É definida como a porção da faixa não incluídas nas áreas "A" e "B". Nessa área são permitidas determinadas benfeitoria em função de suas características.

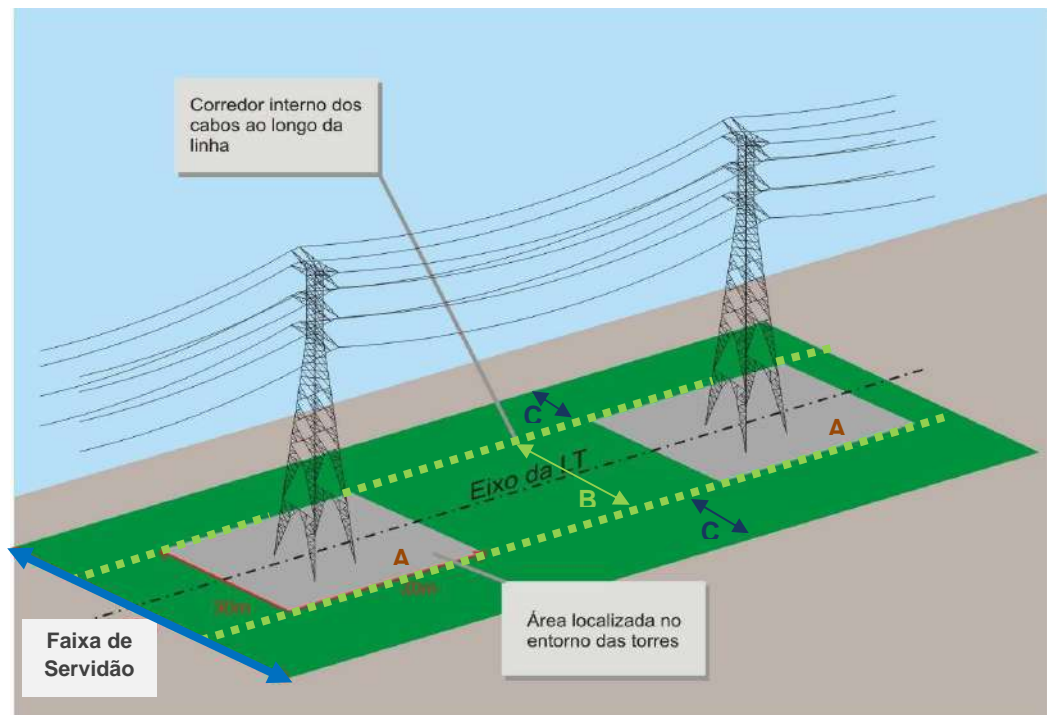


Figura 05 - Distribuição de áreas dentro da faixa de servidão

Fonte: Adaptado do Arquivo Furnas

#### 5.1.1.10. Uso e ocupação do solo na faixa de servidão

Algumas atividades, tais como horticultura, fruticultura, plantações de milho, trigo, arroz, dentre outras, são permitidas nas áreas B e C da faixa de servidão. A aprovação das benfeitorias está relacionada à sua localização na faixa. Na tabela a seguir, alguns exemplos do que se pode ou não fazer dentro da faixa de servidão.

Tabela 03 - Classificação das benfeitorias e critérios de permanência e instalação<sup>10</sup>

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Área A</b>	<b>Área B</b>	<b>Área C</b>
Moradias	Não	Não	Não
Áreas recreativas, industriais, comerciais e culturais	Não	Não	Não
Benfeitorias de apoio à agropecuária	Não	Sim	Sim
Veículos agrícolas	Não	Sim	Sim
Cultura de Cana de Açúcar e/ou outras que processam queimadas	Não	Não	Não
Depósitos de materiais não inflamáveis	Não	Não	Sim
Depósitos de materiais inflamáveis	Não	Não	Não
Instalações elétricas e mecânicas	Não	Não	Não
Cercas de arame, passagem e porteiros	Sim	Sim	Sim
Tubulações e calhas metálicas de irrigação	Sim	Sim	Sim
Plantações rasteiras	Sim	Sim	Sim
Culturas de pequeno e médio porte	Não	Sim	Sim
Florestamento/reflorestamento de médios e grande portes	Não	Não	Não
Irrigação	Sim	Sim	Sim
Deslocamento de pessoas na faixa	Sim	Sim	Sim

Fonte: Arquivo Furnas

#### **5.1.1.11. Faixa de domínio**

Faixa de terra ao longo do eixo da linha da LT aérea, declarada de utilidade pública, adquirida pelo proprietário da linha por meio de acordo por instrumento público extrajudicial, decisão judicial ou prescrição aquisitiva, devidamente inscrita no cartório de registro de imóveis. (CPFL, 2007)

#### **5.1.1.12. Faixa de segurança**

Faixa de terra ao longo do eixo da LT, necessária para garantir seu bom desempenho e a segurança das instalações e de terceiros. (CPFL, 2007)

<sup>10</sup> Informações consultadas na Especificação Padrão (EP-5018), Construção de LT's.



#### **5.1.1.13. Largura da faixa de segurança**

Espaço de terra transversal ao eixo da LT e determinado em função de suas características elétricas e mecânicas, necessário para garantir o bom desempenho da LT, sua inspeção e manutenção e a segurança das instalações e de terceiros.

É determinada em função das características civis, elétricas e mecânicas da LT, visando garantir a operação, inspeção e manutenção da linha, além da perfeita segurança das instalações e de terceiros.

Caso, na fase de projeto, seja constatada a necessidade de faixa adicional, pela presença de plantações de elevado porte ou edificações que venham a prejudicar a operação ou a manutenção da LT, a largura da faixa prevista junto à ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica deve abranger estes obstáculos.

#### **5.1.1.14. Espaçamentos verticais mínimos das faixas de servidão**

A ocupação adequada e a conservação das faixas de servidão e de segurança contribuem para garantir a plena operação, a execução dos serviços de manutenção, a maior rapidez na localização de anomalias nas linhas, bem como, a preservação do meio ambiente e a segurança de pessoas e bens em suas proximidades.

Os espaçamentos verticais mínimos das faixas de servidão tem dimensões pré estabelecidas, conforme figura 06.

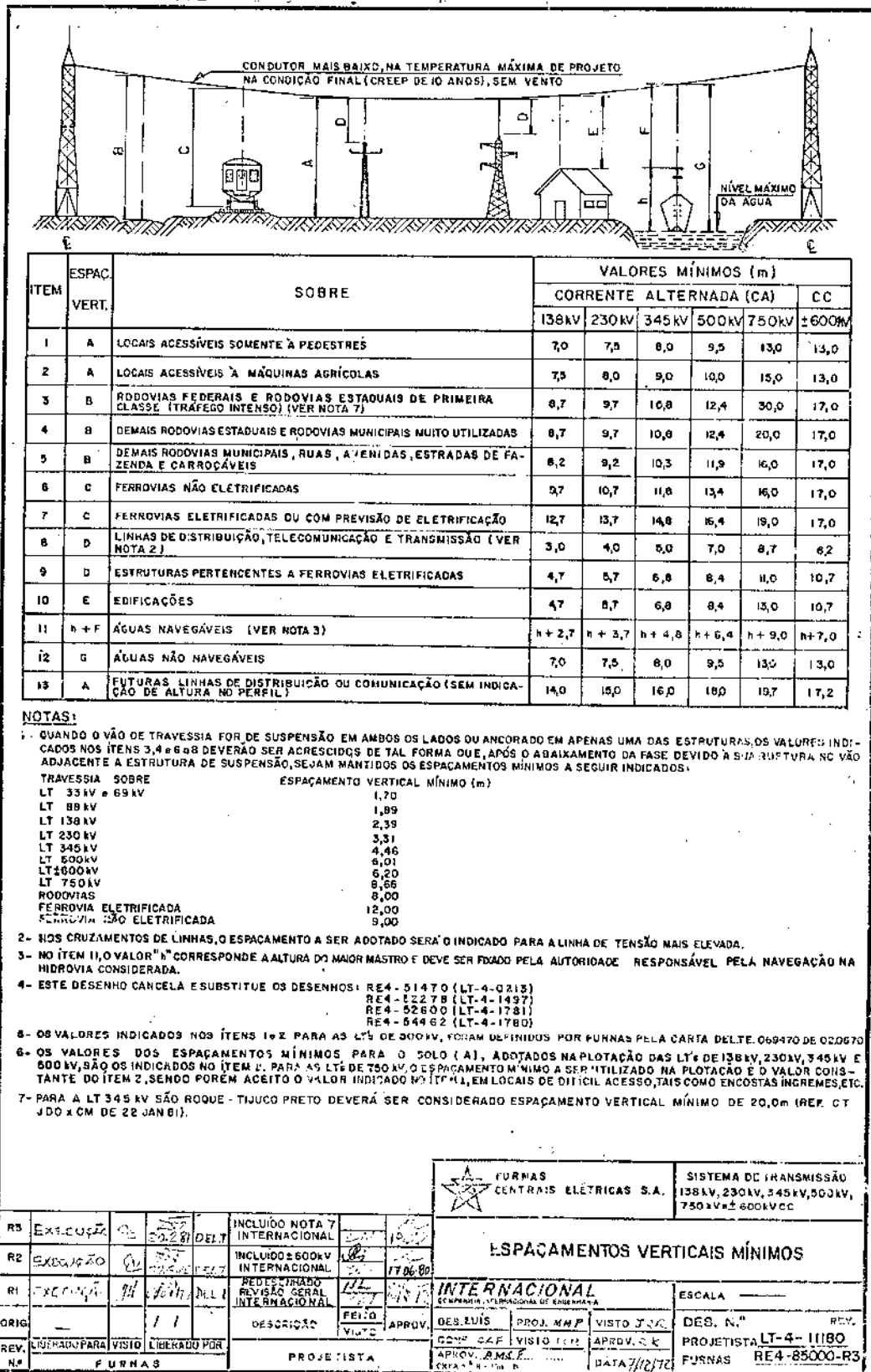
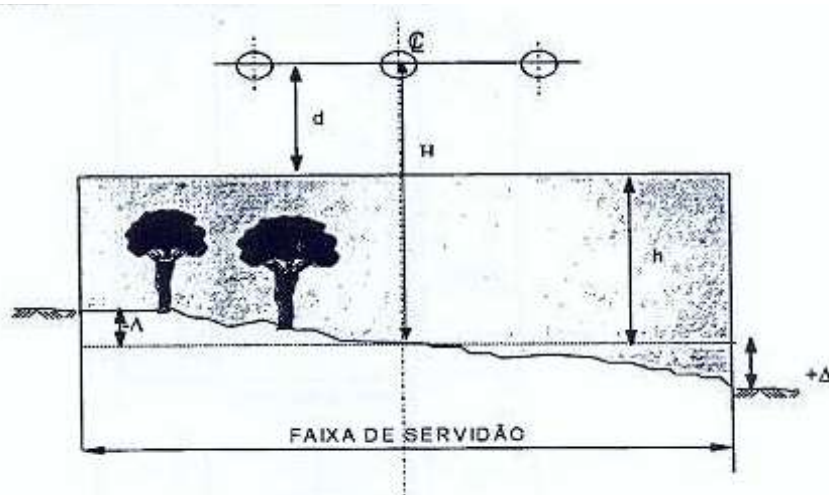


Figura 06 – Espaços verticais mínimos  
 Fonte: Arquivo Furnas

### 5.1.1.15. Distância de cabo

É o afastamento mínimo do cabo condutor e seus acessórios energizados a quaisquer partes, energizadas ou não, da própria linha e ao solo ou a obstáculos próximos à linha, conforme prescrições da NBR 5422.



H = espaçamento do condutor ao solo

d = espaçamento vertical do condutor ao topo da vegetação ou obstáculo

$\Delta$  - desnível transversal do terreno em relação ao eixo da linha

h = altura admissível para permanência da vegetação ou obstáculo na faixa

$$h = (H - d) \pm \Delta$$

TENSÃO (kV)	"d" (metros)
138	6,5
230	7,0
345	8,0
500	8,5
600	10,0
750	12,0

Figura 07 – Altura admissível para permanência de obstáculos

Fonte: Especificação Padrão – EP 5018

## **5.2. A Importância da obra para o setor elétrico**

A Linha de Transmissão de 500 kV Bateias – Ibiúna em circuito duplo interliga a Subestação de Bateias, da COPEL, à de Ibiúna, pertencente a Furnas.

Esta linha tem a finalidade de servir à expansão da interligação dos sistemas de transmissão Sul-Sudeste, que era feita somente pelo sistema de transmissão de Itaipu, permitindo a transmissão de energia elétrica das interligações com os sistemas dos países do Mercosul.

A adoção de dois circuitos de 500 kV conectados na SE Ibiúna está vinculada à necessidade de exportar os excedentes previstos pelo Plano indicativo de geração para a região Sul e, também pelas dificuldades de definição de corredores de passagens para novos circuitos, notadamente de natureza ambiental.

## **5.3. Características técnicas do empreendimento**

A extensão da alternativa locacional escolhida para a LT é de aproximadamente 332 km, sendo implantadas 688 torres, com vão médio entre elas de 482 metros. As torres são metálicas, autoportantes com circuito duplo, sendo que a altura mínima do condutor ao solo foi de 8,5 metros. A faixa de servidão é 60 metros de largura, com a linha localizada no seu eixo. Nos últimos 70 km, próximo a Ibiúna, a linha foi construída paralela à LT de 600 kV CC Foz do Iguaçu – Ibiúna já existente, sendo a faixa de servidão adjacente à da referida linha de 600 kV CC.

As atividades de topografia ocorreram no período de janeiro de 2001 a março de 2002, a construção da LT iniciou em 11/03/2002 e as conclusões dos serviços ocorreu em 15/03/2003.

### **5.3.1. Localização**

A LT conecta as duas subestações, iniciando seu percurso a partir da Subestação de Bateias, no Paraná, adotando o rumo nordeste com destino à subestação de Ibiúna em São Paulo. Desenha um arco com angulação direcionada para o nordeste, evitando-se assim que a linha atravesse a região montanhosa do Vale do Ribeira, onde se localizam diversas unidades de conservação ambiental, com importantes remanescentes de Mata Atlântica e alta fragilidade ambiental.

A área de influência direta da linha de transmissão no estado do Paraná atravessa os municípios de Campo Largo, Campo Magro, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Cerro Azul, Doutor Ulysses e Adrianópolis, percorrendo aproximadamente 95 km, em torno de 29% da extensão total da linha de transmissão.

No estado de São Paulo está contida a maior extensão do percurso da linha de transmissão, da ordem de 231 km, representando 71% da extensão total. Sua área de influência direta atravessa, em São Paulo, os municípios de Ribeira, Itaóca, Barra do Chapéu, Apiaí, Iporanga, Ribeirão Branco, Guapiara, Capão Bonito, São Miguel Arcanjo, Pilar do Sul, Tapiraí, Piedade, Ibiúna, Ribeirão Grande e Itapirapuã Paulista.

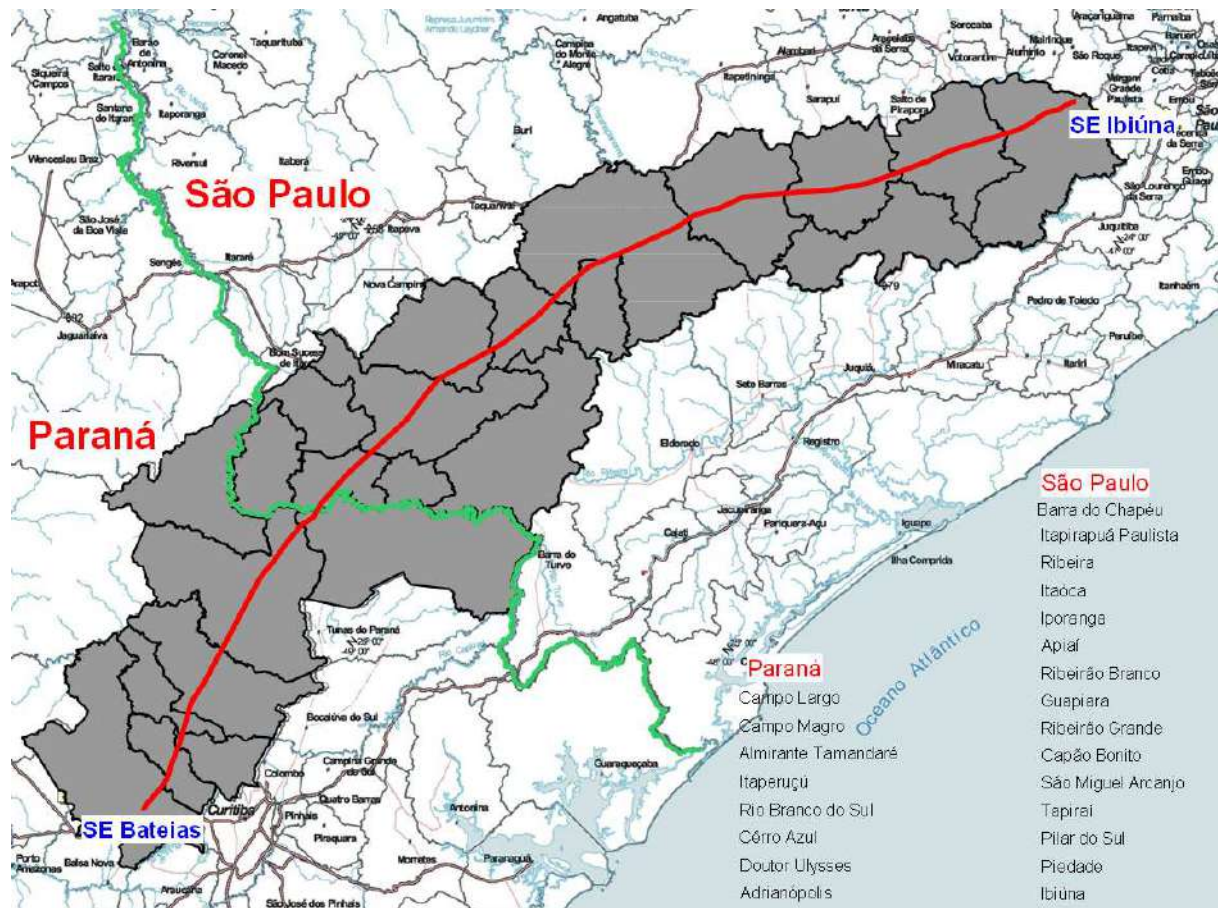


Figura 08 – Traçado da LT

Fonte: Arquivo Furnas

### 5.3.2. Caracterização da vegetação no traçado da LT

Parte do traçado previsto para a LT atravessa áreas de vegetação nativa em estágios médio e avançado de regeneração e mesmo áreas de vegetação nativa em estágios pioneiro e inicial. Estas fisionomias fazem parte das áreas de maior importância ecológica nas regiões atravessadas e são habitadas por uma fauna que apresenta espécies ameaçadas de extinção.

A realização de uma obra que atravessa este tipo de ambiente deve cercar-se de cuidados de modo a interferir o mínimo possível nas condições existentes.

O local de instalação das torres ocupou uma área de 900m<sup>2</sup> por se tratar de torres autoportantes.

No sentido Ibiúna a Ribeira, a cobertura vegetal da área de influência direta apresenta-se inicialmente reduzida a fragmentos. Esta vegetação, bastante antropizada, é caracterizada por áreas com pequenas propriedades rurais, onde a vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão, concentra-se em áreas ciliares, morros e encostas. Afastando-se das áreas de ocupação intensa, em relevos mais acidentados, aparecem fragmentos bem estruturados, que suportam espécies de final de sucessão.

A paisagem é modificada por extensas áreas de reflorestamento comercial homogêneo de eucalipto que podem permitir a formação de sub-bosque nativo. As áreas de reserva legal e preservação permanente representam, em geral, 20 a 30% da área total das fazendas.

Intercalados às fazendas de floresta comercial, encontram-se fragmentos florestais nativos de grande porte, até que a floresta nativa contínua, com características próximas a sua formação original domina a paisagem nos municípios de Ribeirão Branco, Apiaí e Ribeira, finalizando em uma região de relevo acidentado e pouca ocupação.

No Paraná, a floresta local, inserida na área de influência direta, vem sendo modificada há muitos anos, sendo a região conhecida pela histórica extração de madeira. Apesar da exploração, a floresta, descaracterizada, ainda se encontra muito bem estruturada e divide os morros de altitudes elevadas com reflorestamentos homogêneos de Pinus. As plantações de pinheiro exótico não toleram a formação de sub-bosques e foram plantadas sem critérios ocupando topos de morros e encostas de alta declividade. Apenas nos vales, às margens de corpos d'água, observa-se a vegetação nativa em bom estado de conservação.

Esta configuração estende-se até Itaperaçu. A partir daí, gradativamente a floresta vai fragmentando-se, dando lugar ao uso antrópico até a modificação total da paisagem no município de Campo Largo, já urbanizado.

## 5.4. Identificação dos custos do empreendimento para o alteamento de torres<sup>11</sup>.

### 5.4.1. Detalhamento dos custos para alteamento de torres

O obra LT 500 kV Bateias – Ibiúna foi contratada pela modalidade de pré contrato. A empresa realiza uma consulta de preços e convida a participar do leilão as empresas que apresentaram o menor custo no fornecimento de materiais e mão de obra a construção do empreendimento.

Para análise dos cálculos consideramos o ressarcimento de custos adicionais na montagem em consequência ao acréscimo de peso de ESTRUTURA devido ao alteamento das torres para atender as exigências ambientais.

#### 5.4.1.1 Acréscimo de peso nas estruturas metálicas - montagem adicional

O levantamento de peso das estruturas utilizadas no alteamento das torres foi realizado na comparação da condição inicial do projeto com a condição final do projeto (as built<sup>12</sup>).

No Alteamento de 79 torres foram utilizadas 1.836,96 toneladas adicionais, o preço do serviço de montagem e fornecimento da ferragem orçado pelo Sistema Orcaplan foi avaliado a R\$ 14.355.636,66 em fevereiro de 2012.

Tabela 04 - Custos adicionais para montagem das estruturas alteadas.

Base de Preços	Toneladas	Custo / kg	Custo / Ton.	Total
Fev. 2001	1836,96	1,11	1.110,00	2.039.025,60
Fev. 2012	1836,96	2,66	2.664,89	4.895.292,66

Fonte: Elaboração própria

<sup>11</sup> Para correção dos valores contratuais foi utilizado o Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M) / IGP-M Fev.2001: 197,491 / IGP-M Fev.2012: 474,138 / Fator de Correção: 2,4008

<sup>12</sup> As built: definição quantitativa e qualitativa de todos os serviços executados, resultante do projeto executivo com as alterações e modificações havidas durante a execução.

Tabela 05 - Custos adicionais para fornecimento de ferragens

Base de Preços	Toneladas	Custo / kg	Custo / Ton.	Total
Jul. 2011	1836,96	5,15	5.150,00	9.460.344,00
Fev. 2012	1836,96	5,26	5.263,30	9.668.471,57

Fonte: Elaboração própria

#### 5.4.1.2 Acréscimo de fundação devido ao alteamento das torres

A análise de custos foi realizada na diferença dos volumes de fundação decorrente da necessidade de substituição de tipos de torres.

Houve a necessidade de alterar o tipo de torre, utilizar um maior número de torres tipo B e D, que alcançam alturas maiores que as torres tipo A.

Para certificar os custos efetuou-se uma análise dos projetos inicial e final e obteve as diferenças de volumes entre eles, a partir dos volumes realizou o levantamento dos custos no total de R\$ 1.909.519,03.

Tabela 06 - Acréscimo de fundação devido ao alteamento das torres

Serviço	Quantidade	Custo Unitário	Custo Unitário	Custo Total	Custo Ttal
		Fev.2001	Fev.2012	Fev. 2001	Fev. 2012
Escavação	1.331,00 m³	R\$ 115,00	R\$ 276,09	R\$ 153.065,00	R\$ 367.478,45
Concreto	1.373,04 m³	R\$ 354,78	R\$ 851,76	R\$ 487.127,13	R\$ 1.169.494,82
Armadura	35.692,00 kg	R\$ 2,86	R\$ 6,87	R\$ 102.079,12	R\$ 245.071,55
Fôrma	162,86 m²	R\$ 25,38	R\$ 60,93	R\$ 4.133,39	R\$ 9.923,44
Stub	26.902,84 kg	R\$ 1,82	R\$ 4,37	R\$ 48.963,17	R\$ 117.550,78
<b>Total</b>				<b>R\$ 795.367,81</b>	<b>R\$ 1.909.519,03</b>

Fonte: Elaboração própria



### 5.4.1.3 Aumento da extensão do traçado

O alteamento de torres é a alternativa viável para minimizar a supressão de vegetação, mas existem alguns casos que o tipo de relevo e clima da região não permite a instalação de torres altas e a única alternativa utilizada nestes casos é o aumento da extensão do traçado com a instalação da linha de transmissão margeando o fragmento florestal.

O projeto inicial para construção da LT apresentava uma extensão de 328 km. Após os estudos do EIA-RIMA para minimizar a supressão de vegetação e buscar o menor impacto no meio ambiente houve alteração do traçado da LT, e aumento do cumprimento da linha em 4 km, passando para uma extensão de 332 km.

O preço do Km de LT foi avaliado através de uma simples ponderação entre o preço global do contrato e a extensão original da LT.

O valor de contrato para construção de 328 km correspondia em fevereiro de 2012 a R\$ 410.601.384,98, equivalente a R\$ 1.251.833,49 por km.

Os 4 km de linhas acrescentados na extensão do traçado correspondem a R\$ 5.007.333,96.

Tabela 07 - Preço global do contrato de construção do empreendimento.

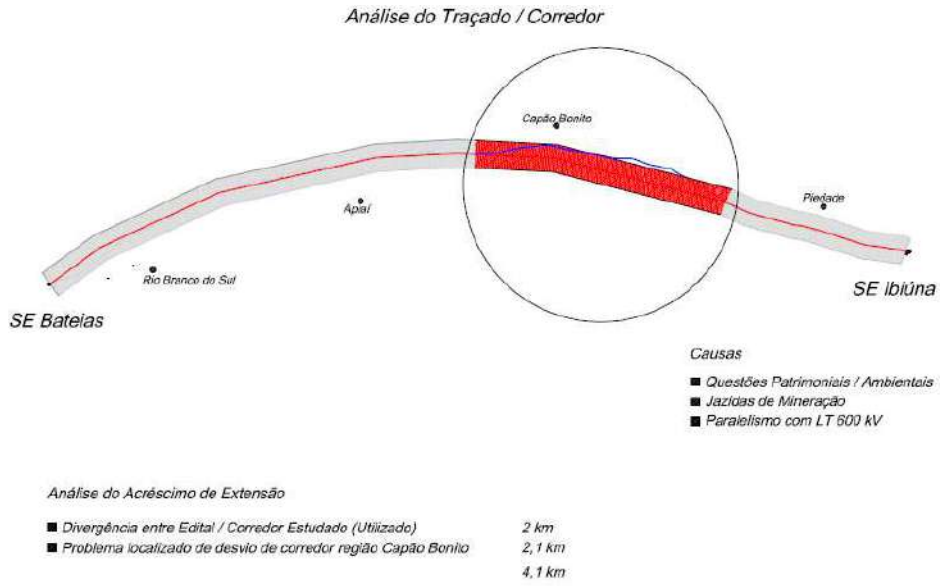
<b>Base de Preços</b>	<b>Km de Linha</b>	<b>Custo (km)</b>	<b>Custo Total</b>
Fevereiro - 2001	328	R\$ 521.423,48	R\$ 171.026.901,44
Fevereiro - 2012	328	R\$ 1.251.833,49	R\$ 410.601.384,98

Fonte: Elaboração própria

Tabela 08 - Preço da LT acrescentada no traçado

<b>Base de Preços</b>	<b>Km de Linha</b>	<b>Custo (km)</b>	<b>Custo Total</b>
Fevereiro - 2001	4	R\$ 521.423,48	R\$ 2.085.693,92
Fevereiro - 2012	4	R\$ 1.251.833,49	R\$ 5.007.333,96

Fonte: Elaboração própria



**Legenda:** — Traçado informado no edital para construção  
— Traçado construído

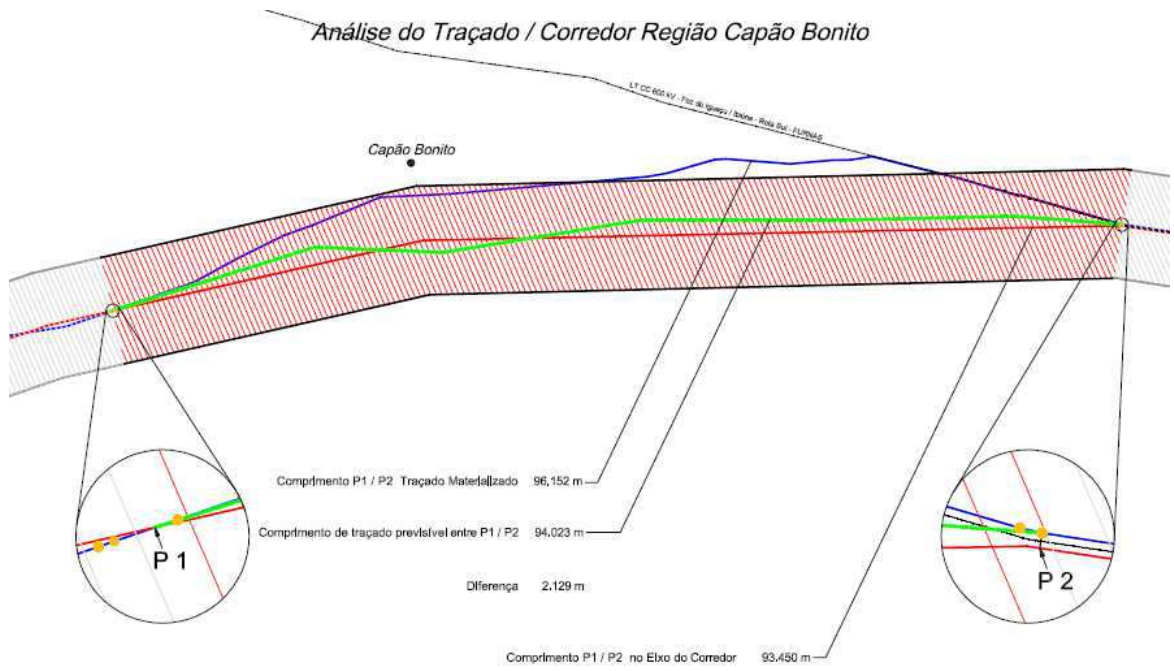


Figura 10 - Detalhe da Análise da extensão do traçado

#### 5.4.1.4 Improdutividade na montagem devido a presença de vegetação

A presença de vegetação na área da torre ocasionou um acréscimo de R\$ 986.570,91 devido à perda de produtividade na montagem em áreas com presença de mata.

Análise foi considerada a partir do Homem hora (Hh) apresentado pela contratada, os pesos observados nos projetos e o tipo de vegetação.

Tabela 09 - Custos da improdutividade na montagem devido à presença de vegetação

Base de Preços	Estrutura em Mata (Tm)	Hh	Custo Unitário	Custo Total
Fevereiro - 2001	7.061	29.186	R\$ 14,08	R\$ 110.024,22
Fevereiro - 2012	7.061	29.186	R\$ 33,80	R\$ 986.570,91

Fonte: Elaboração própria

#### 5.4.1.5 Improdutividade no lançamento de cabos devido à presença de mata

As apropriações apresentadas pela contratada foram analisadas, onde ficou constatada a existência de diferença na produtividade obtida nas áreas de mata e nas áreas sem mata.

As produções analisadas pertencem ao trecho A que possui características presentes em todos os trechos da LT, cujos índices obtidos foram extrapolados para os demais trechos.

Para o acréscimo destes serviços foi levantado o custo de R\$ 1.200.000,00 em fevereiro de 2001, a correção pelo IGP-M apresentou um valor corrigido de R\$ 2.880.960,00 em fevereiro de 2012.

#### **5.4.2. Identificação dos custos do empreendimento para supressão de vegetação em alteamento de torres**

O levantamento dos custos do empreendimento para supressão de vegetação baseou-se no quantitativo de vegetação nativa nos estágios sucessionais inicial (S1), médio (S2) e avançado (S3) definidos na Resolução Conama N.º 388 de 2007<sup>13</sup> e existente nos vãos das 79 torres alteadas, a soma dos vãos em quilômetros lineares totalizou 40,36 quilômetros lineares, conforme demonstrado na tabela 11.

##### **5.4.2.1. Supressão de vegetação na área do empreendimento na fase de construção**

A implantação de uma LT interfere na vegetação através da abertura de picadas para serviços topográficos e lançamento dos cabos pilotos, abertura das estradas de acesso, implantação de praças de montagem de estruturas e praças de lançamento de cabos pára-raios e condutores. Exceto pela abertura de estradas de acesso, todas as outras intervenções estão dentro do limite da faixa de servidão (60 m).

Entre o topo das árvores e cabos condutores deve ser mantida uma distância 8,5 metros para que não ocorra nenhum contato entre a vegetação e as torres ou cabos de transmissão que possa provocar o desligamento da linha por descarga elétrica (NBR 5422, 1985).

A instalação dos cabos condutores exigiu uma supressão de vegetação na faixa central da servidão com largura de 6 metros, além da poda seletiva que objetivou a remoção de galhos de árvores de maior porte que poderiam comprometer a passagem dos cabos piloto.

Baseando-se no total de 40.366,77 metros lineares de vegetação nativa sob o trecho de LT alteada, multiplicados pelos 6 metros de vegetação nativa suprimida, constatou um total de 242.200,62 m<sup>2</sup> ou 0,24 km<sup>2</sup> de supressão de vegetação para lançamento de cabo.

---

<sup>13</sup> RESOLUÇÃO CONAMA N.º 388, DE 23 DE FEVEREIRO DE 2007, Dispõe sobre a convalidação das Resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4º § 1º da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006.

Tabela 10 - Custo para supressão de vegetação para lançamento de cabos condutores

Base de Preços	Metros lineares	Largura Faixa (metros)	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	Custo (km <sup>2</sup> )	Custo Total (km <sup>2</sup> )
fev/12	40.366,77	6	242.200,62	0,24	967.854,22	234.414,89

Fonte: Elaboração própria

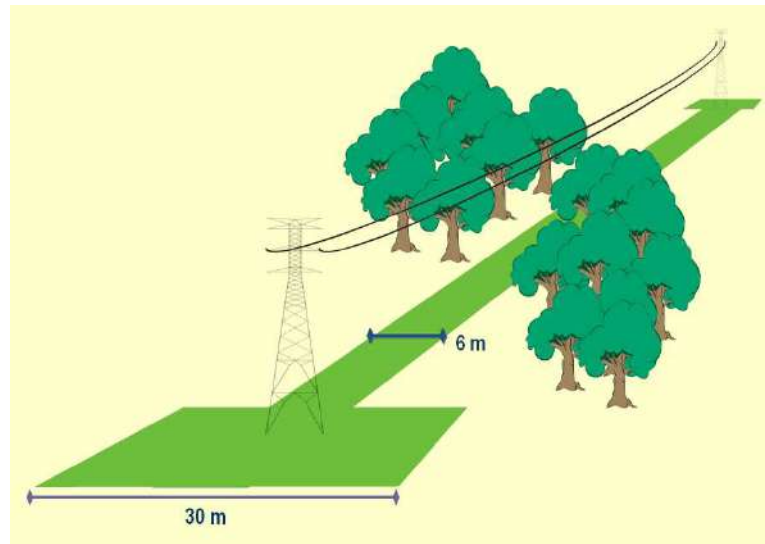


Figura 11 - Ilustrando o modelo de supressão de vegetação na faixa central da servidão.

Fonte: Arquivo de Furnas

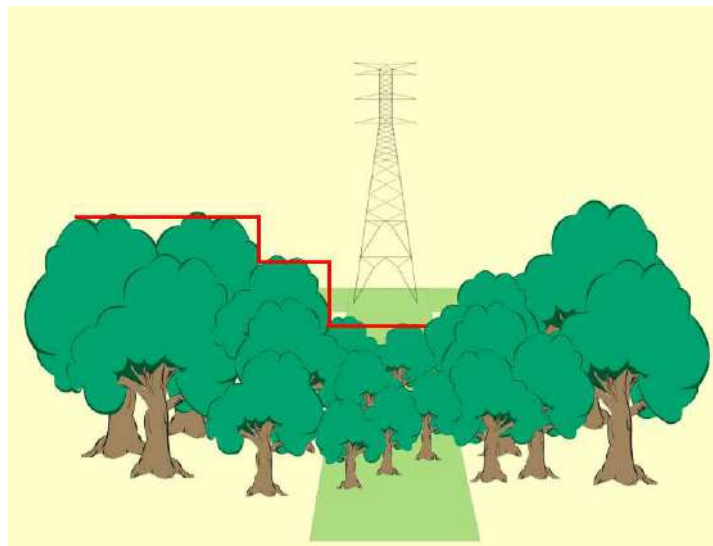


Figura 12 - Ilustrando o modelo de poda seletiva para remoção de galhos

Fonte: Arquivo de Furnas

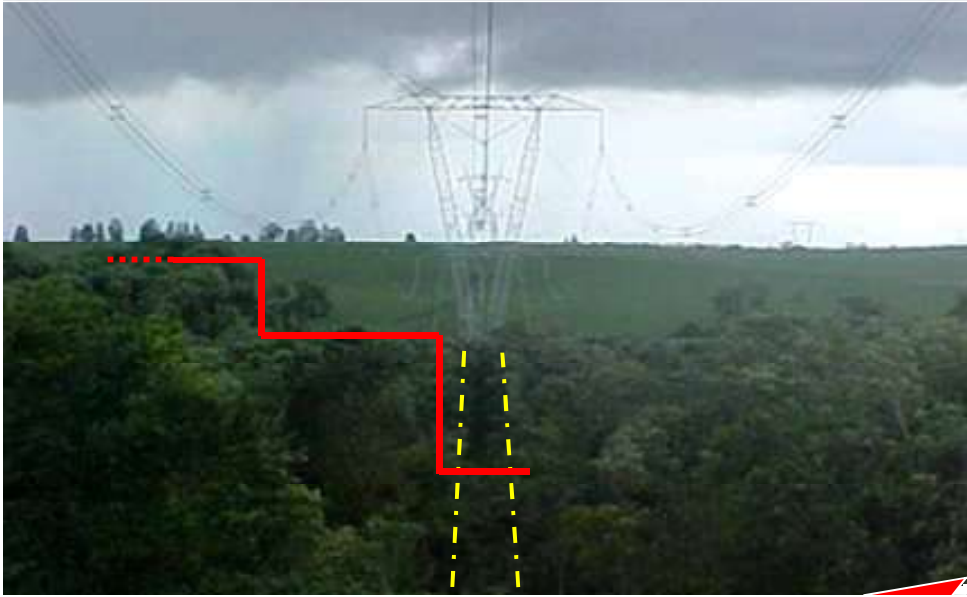


Figura 13 - Foto da LT 500 kV Bateias – Ibiúna demonstrando a supressão de vegetação na faixa central da servidão e a poda seletiva para remoção de galhos  
Fonte: Arquivo de Furnas



Figuras 14 - Ilustração da vegetação após lançamento de cabos

Tabela 11 - Supressão de vegetação da LT 500 KV Bateias – Ibiúna na fase de construção.

Quantidade Torres Alteadas	Sequencial	TORRE Nº	Vão vante	km (progressiva)	MATA S1			MATA S2 e S3			MATA S1 S2 e S3			MATA REFLORESTAMENTO			PASTO LAVOURA E OUTROS		
					%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.
					40.366,77	237.424,33	5%	2.007,44	2.007,44	47%	18.978,07	18.978,07	52%	20.985,51	20.985,51	13%	5.388,98	5.388,98	35%
1	317	V24/2	593,70	161.851,20	0%	0,00		50%	296,85		50%	296,85		0%	0,00		50%	296,85	
2	318	V24/3	602,44	162.444,90	0%	0,00	0,00	100%	602,44	296,85	100%	602,44	296,85	0%	0,00	0,00	0%	0,00	296,85
3	320	V24/5	416,95	163.279,25	0%	0,00	0,00	100%	416,95	899,29	100%	416,95	899,29	0%	0,00	0,00	0%	0,00	296,85
4	321	V24/6	403,11	163.696,20	0%	0,00	0,00	17%	67,19	1.316,24	17%	67,19	1.316,24	0%	0,00	0,00	83%	335,93	296,85
5	324	V24/8	630,82	164.495,11	0%	0,00	0,00	67%	420,55	1.383,43	67%	420,55	1.383,43	0%	0,00	0,00	33%	210,27	632,78
6	325	V24/9	498,35	165.125,93	0%	0,00	0,00	0%	0,00	1.803,97	0%	0,00	1.803,97	0%	0,00	0,00	100%	498,35	843,05
7	326	V24/10	150,60	165.624,28	33%	50,20	0,00	50%	75,30	1.803,97	83%	125,50	1.803,97	0%	0,00	0,00	17%	25,10	1.341,40
8	328	V24/12	803,58	166.353,09	0%	0,00	50,20	50%	401,79	1.879,27	50%	401,79	1.929,47	0%	0,00	0,00	50%	401,79	1.366,50
9	332	V25/4	441,35	168.447,13	0%	0,00	50,20	100%	441,35	2.281,06	100%	441,35	2.331,26	0%	0,00	0,00	0%	0,00	1.768,29
10	333	V25/5	513,12	168.888,48	0%	0,00	50,20	67%	342,08	2.722,41	67%	342,08	2.772,61	0%	0,00	0,00	33%	171,04	1.768,29
11	337	V25/9	759,70	170.628,36	0%	0,00	50,20	67%	506,47	3.064,49	67%	506,47	3.114,69	0%	0,00	0,00	33%	253,23	1.939,33
12	338	V26/1	721,10	171.388,06	0%	0,00	50,20	33%	240,37	3.570,96	33%	240,37	3.621,16	0%	0,00	0,00	67%	480,73	2.192,56
13	339	V26/2	830,05	172.109,16	0%	0,00	50,20	17%	138,34	3.811,33	17%	138,34	3.861,53	0%	0,00	0,00	83%	691,71	2.673,30
14	340	V26/4	574,65	172.939,21	0%	0,00	50,20	67%	383,10	3.949,67	67%	383,10	3.999,87	0%	0,00	0,00	33%	191,55	3.365,00
15	342	V27/1	434,17	173.933,44	0%	0,00	50,20	50%	217,09	4.332,77	50%	217,09	4.382,97	17%	72,36	0,00	33%	144,72	3.556,55
16	345	V27/4	886,00	175.071,20	0%	0,00	50,20	100%	886,00	4.549,85	100%	886,00	4.600,05	0%	0,00	72,36	0%	0,00	3.701,28
17	346	V27/5	342,84	175.957,20	0%	0,00	50,20	100%	342,84	5.435,85	100%	342,84	5.486,05	0%	0,00	72,36	0%	0,00	3.701,28
18	347	V27/6	534,07	176.300,04	0%	0,00	50,20	100%	534,07	5.778,69	100%	534,07	5.828,89	0%	0,00	72,36	0%	0,00	3.701,28
19	348	V27/7	662,41	176.834,11	0%	0,00	50,20	67%	441,61	6.312,76	67%	441,61	6.362,96	0%	0,00	72,36	33%	220,80	3.701,28
20	351	V28/1	624,00	178.810,02	0%	0,00	50,20	33%	208,00	6.754,37	33%	208,00	6.804,57	0%	0,00	72,36	67%	416,00	3.922,08
21	354	V28/4	446,11	180.484,56	0%	0,00	50,20	67%	297,41	6.962,37	67%	297,41	7.012,57	0%	0,00	72,36	33%	148,70	4.338,08
22	356	V28/6	282,18	181.290,66	0%	0,00	50,20	0%	0,00	7.259,78	0%	0,00	7.309,98	0%	0,00	72,36	100%	282,18	4.486,78
23	359	V28/8	500,65	182.073,44	0%	0,00	50,20	50%	250,33	7.259,78	50%	250,33	7.309,98	17%	83,44	72,36	33%	166,88	4.768,96
24	360	V28/9	530,11	182.574,09	0%	0,00	50,20	67%	353,41	7.510,10	67%	353,41	7.560,30	0%	0,00	155,80	33%	176,70	4.935,85
25	362	V29/1	662,64	183.411,63	17%	110,44	50,20	0%	0,00	7.863,51	17%	110,44	7.913,71	0%	0,00	155,80	83%	552,20	5.112,55
26	364	V29/3	699,31	184.374,11	0%	0,00	160,64	83%	582,76	7.863,51	83%	582,76	8.024,15	0%	0,00	155,80	17%	116,55	5.664,75
27	365	V29/4	678,69	185.073,42	0%	0,00	160,64	33%	226,23	8.446,27	33%	226,23	8.606,91	0%	0,00	155,80	67%	452,46	5.781,30
28	366	V29/5	337,31	185.752,11	0%	0,00	160,64	83%	279,97	8.672,50	83%	279,97	8.833,14	0%	0,00	155,80	17%	57,34	6.233,76
29	367	V30/1	425,87	186.089,42	0%	0,00	160,64	17%	70,98	8.952,46	17%	70,98	9.113,10	0%	0,00	155,80	83%	354,89	6.291,10
30	368	V30/2	658,30	186.515,29	0%	0,00	160,64	50%	329,15	9.023,44	50%	329,15	9.184,08	50%	329,15	155,80	0%	0,00	6.646,00
31	369	V30/3	553,43	187.173,59	0%	0,00	160,64	17%	92,24	9.352,59	17%	92,24	9.513,23	17%	92,24	484,95	67%	368,95	6.646,00
32	372	V30/6	574,57	188.763,23	0%	0,00	160,64	17%	95,76	9.444,83	17%	95,76	9.605,47	0%	0,00	577,19	83%	478,81	7.014,95
33	374	V30/8	635,85	189.575,06	0%	0,00	160,64	33%	211,95	9.540,59	33%	211,95	9.701,23	0%	0,00	577,19	67%	423,90	7.493,76
34	381	V30/15	278,23	192.584,57	50%	139,12	160,64	0%	0,00	9.752,54	50%	139,12	9.913,18	0%	0,00	577,19	50%	139,12	7.917,66
35	382	V31/1	413,65	192.862,80	0%	0,00	299,76	33%	137,88	9.752,54	33%	137,88	10.052,30	0%	0,00	577,19	67%	275,77	8.056,77
36	383	V31/2	507,88	193.276,45	0%	0,00	299,76	67%	338,59	9.890,42	67%	338,59	10.190,18	0%	0,00	577,19	33%	169,29	8.332,54
37	385	V31/4	246,86	194.215,09	0%	0,00	299,76	100%	246,86	10.229,01	100%	246,86	10.528,77	0%	0,00	577,19	0%	0,00	8.501,83

Continua...

Continuação

Quantidade Torres Alteadas	Sequencial	TORRE Nº	Vão vante	km (progressiva)	MATA S1			MATA S2 e S3			MATA S1 S2 e S3			MATA REFLORESTAMENTO			PASTO LAVOURA E OUTROS		
					%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.	%	KM (vante)	acum.
					40.366,77	237.424,33	5%	2.007,44	2.007,44	47%	18.978,07	18.978,07	52%	20.985,51	20.985,51	13%	5.388,98	5.388,98	35%
38	387	V31/6	472,29	194.787,04	0%	0,00	299,76	17%	78,72	10.475,87	17%	78,72	10.775,63	0%	0,00	577,19	83%	393,58	8.501,83
39	398	V32/2	584,77	199.959,30	0%	0,00	299,76	67%	389,85	10.554,59	67%	389,85	10.854,34	0%	0,00	577,19	33%	194,92	8.895,41
40	399	V32/3	497,27	200.544,07	0%	0,00	299,76	0%	0,00	10.944,43	0%	0,00	11.244,19	0%	0,00	577,19	100%	497,27	9.090,33
41	400	V32/4	420,75	201.041,34	0%	0,00	299,76	0%	0,00	10.944,43	0%	0,00	11.244,19	0%	0,00	577,19	100%	420,75	9.587,60
42	401	V32/5	547,99	201.462,09	0%	0,00	299,76	0%	0,00	10.944,43	0%	0,00	11.244,19	0%	0,00	577,19	100%	547,99	10.008,35
43	402	V32/6	345,99	202.010,08	0%	0,00	299,76	83%	288,33	10.944,43	83%	288,33	11.244,19	0%	0,00	577,19	17%	57,67	10.556,34
44	403	V32/7	555,03	202.356,07	0%	0,00	299,76	33%	185,01	11.232,76	33%	185,01	11.532,51	50%	277,52	577,19	17%	92,51	10.614,01
45	408	V32/12	753,88	204.761,15	0%	0,00	299,76	50%	376,94	11.417,77	50%	376,94	11.717,52	0%	0,00	854,71	50%	376,94	10.706,51
46	411	V32/15	502,20	206.475,48	0%	0,00	299,76	17%	83,70	11.794,71	17%	83,70	12.094,46	33%	167,40	854,71	50%	251,10	11.083,45
47	414	V32/18	492,22	207.782,13	0%	0,00	299,76	50%	246,11	11.878,41	50%	246,11	12.178,16	33%	164,07	1.022,11	17%	82,04	11.334,55
48	415	V32/19	350,16	208.274,35	0%	0,00	299,76	100%	350,16	12.194,52	100%	350,16	12.424,27	0%	0,00	1.186,18	0%	0,00	11.416,59
49	416	V32/20	505,93	208.624,51	0%	0,00	299,76	50%	252,97	12.474,68	50%	252,97	12.774,43	50%	252,97	1.186,18	0%	0,00	11.416,59
50	423	V32/27	574,48	212.012,09	0%	0,00	299,76	0%	0,00	12.727,64	0%	0,00	13.027,40	100%	574,48	1.439,15	0%	0,00	11.416,59
51	424	V32/28	439,03	212.586,57	0%	0,00	299,76	0%	0,00	12.727,64	0%	0,00	13.027,40	50%	219,52	2.013,63	50%	219,52	11.416,59
52	425	V32/29	482,47	213.025,60	0%	0,00	299,76	67%	321,65	12.727,64	67%	321,65	13.027,40	0%	0,00	2.233,14	33%	160,82	11.636,10
53	427	V32/31	424,96	213.883,42	67%	283,31	299,76	33%	141,65	13.049,29	100%	424,96	13.349,04	0%	0,00	2.233,14	0%	0,00	11.796,93
54	428	V32/32	388,78	214.308,38	0%	0,00	583,06	100%	388,78	13.190,94	100%	388,78	13.774,00	0%	0,00	2.233,14	0%	0,00	11.796,93
55	429	V32/33	512,16	214.697,16	0%	0,00	583,06	67%	341,44	13.579,72	67%	341,44	14.162,78	0%	0,00	2.233,14	33%	170,72	11.796,93
56	430	V32/34	489,00	215.209,32	0%	0,00	583,06	67%	326,00	13.921,16	67%	326,00	14.504,22	0%	0,00	2.233,14	33%	163,00	11.967,65
57	435	V32A/1	388,95	217.538,26	0%	0,00	583,06	50%	194,48	14.247,16	50%	194,48	14.830,22	0%	0,00	2.233,14	50%	194,48	12.130,65
58	436	V32A/2	359,55	217.927,21	67%	239,70	583,06	33%	119,85	14.441,64	100%	359,55	15.024,70	0%	0,00	2.233,14	0%	0,00	12.325,12
59	437	V32A/3	534,08	218.286,76	50%	267,04	822,76	50%	267,04	14.561,49	100%	534,08	15.384,25	0%	0,00	2.233,14	0%	0,00	12.325,12
60	438	V32A/4	555,16	218.820,84	17%	92,53	1.089,80	50%	277,58	14.828,53	67%	370,11	15.918,33	33%	185,05	2.233,14	0%	0,00	12.325,12
61	439	V32B/1	489,97	219.376,00	17%	81,66	1.182,33	33%	163,32	15.106,11	50%	244,99	16.288,44	50%	244,99	2.418,19	0%	0,00	12.325,12
62	440	V32B/2	518,45	219.865,97	50%	259,23	1.263,99	50%	259,23	15.269,43	100%	518,45	16.533,42	0%	0,00	2.663,18	0%	0,00	12.325,12
63	447	V32B/9	581,01	223.037,27	0%	0,00	1.523,22	67%	387,34	15.528,66	67%	387,34	17.051,87	0%	0,00	2.663,18	33%	193,67	12.325,12
64	453	V32D/2	364,82	225.214,71	0%	0,00	1.523,22	67%	243,21	15.916,00	67%	243,21	17.439,21	0%	0,00	2.663,18	33%	121,61	12.518,79
65	454	V32D/3	515,94	225.579,53	0%	0,00	1.523,22	67%	343,96	16.159,21	67%	343,96	17.682,42	0%	0,00	2.663,18	33%	171,98	12.640,40
66	455	V32D/4	460,28	226.095,47	0%	0,00	1.523,22	50%	230,14	16.503,17	50%	230,14	18.026,38	0%	0,00	2.663,18	50%	230,14	12.812,38
67	458	V32D/7	553,35	227.311,56	17%	92,23	1.523,22	17%	92,23	16.733,31	33%	184,45	18.256,52	67%	368,90	2.663,18	0%	0,00	13.042,52
68	459	V32D/8	608,67	227.864,91	0%	0,00	1.615,44	0%	0,00	16.825,53	0%	0,00	18.440,97	100%	608,67	3.032,08	0%	0,00	13.042,52
69	460	V32D/9	416,99	228.473,58	0%	0,00	1.615,44	50%	208,50	16.825,53	50%	208,50	18.440,97	50%	208,50	3.640,75	0%	0,00	13.042,52
70	461	V32D/10	611,36	228.890,57	0%	0,00	1.615,44	50%	305,68	17.034,03	50%	305,68	18.649,47	50%	305,68	3.849,24	0%	0,00	13.042,52
71	464	V32D/13	513,23	230.348,66	0%	0,00	1.615,44	0%	0,00	17.339,71	0%	0,00	18.955,15	100%	513,23	4.154,92	0%	0,00	13.042,52
72	467	V33/3	249,00	231.646,39	0%	0,00	1.615,44	50%	124,50	17.339,71	50%	124,50	18.955,15	0%	0,00	4.668,15	50%	124,50	13.042,52
73	468	V33/4	723,98	231.895,39	0%	0,00	1.615,44	0%	0,00	17.464,21	0%	0,00	19.079,65	50%	361,99	4.668,15	50%	361,99	13.167,02
74	471	V33/7	574,97	233.443,36	0%	0,00	1.615,44	67%	383,31	17.464,21	67%	383,31	19.079,65	0%	0,00	5.030,14	33%	191,66	13.529,01
75	476	V33A/3	394,00	235.596,33	17%	65,67	1.615,44	17%	65,67	17.847,52	33%	131,33	19.462,96	33%	131,33	5.030,14	33%	131,33	13.720,66
76	477	V33A/4	420,87	235.990,33	33%	140,29	1.681,11	33%	140,29	17.913,19	67%	280,58	19.594,30	0%	0,00	5.161,48	33%	140,29	13.852,00
77	478	V33B/1	558,13	236.411,20	33%	186,04	1.821,40	67%	372,09	18.053,48	100%	558,13	19.874,88	0%	0,00	5.161,48	0%	0,00	13.992,29
78	479	V33B/2	455,00	236.969,33	0%	0,00	2.007,44	50%	227,50	18.425,57	50%	227,50	20.433,01	50%	227,50	5.161,48	0%	0,00	13.992,29
79	480	V33B/3	325,00	237.424,33	0%	0,00	2.007,44	100%	325,00	18.653,07	100%	325,00	20.660,51	0%	0,00	5.388,98	0%	0,00	13.992,29



### 5.4.3. Identificação dos custos do empreendimento para supressão de vegetação de corte raso

#### 5.4.3.1. Supressão de vegetação na área do empreendimento na fase de construção.

As técnicas usualmente utilizadas para supressão da vegetação ao longo da faixa das LT's construídas no modelo tradicional era o corte raso, caracterizado pela remoção total da vegetação na faixa de servidão de 60 metros.

O cálculo da área suprimida foi mensurado a partir da hipótese da LT construída no modelo tradicional com corte raso considerando a área em Km<sup>2</sup> de cada vão linear e somados todos os vãos para calcular a área total de supressão. Foram contabilizados todos os vãos da LT que passaram por fragmento de mata nativa e tiveram as torres alteadas.

A área total estimada de supressão da vegetação nativa levantada para a instalação da LT 500 kV Bateias – Ibiúna no modelo tradicional foi de aproximadamente 2,42 km<sup>2</sup> ao custo de R\$ 2.344.148,92.

Tabela 12 - Custo da supressão de vegetação da faixa de servidão de LT's do estudo de caso construída no modelo tradicional.

Base de Preços	Metros lineares	Largura Faixa (metros)	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	Custo (km <sup>2</sup> )	Custo Total (km <sup>2</sup> )
fev/12	40.366,77	60	2.422.006,20	2,42	967.854,22	2.344.148,92

Fonte: Elaboração própria



Figura 15 - Ilustrando o modelo tradicional de supressão de vegetação (corte raso) na faixa de servidão.

#### 5.4.3.2. Supressão de vegetação na área do empreendimento na fase de operação.

O trabalho de manutenção das linhas de transmissão é dividido em três aspectos principais: manutenção do terreno onde está instalada a torre, manutenção da torre e manutenção dos cabos condutores.

A manutenção do terreno onde está instalada a torre é importante para que a vegetação local não interfira no bom funcionamento da linha de transmissão e para que os acessos à torre estejam em condições que permitam o trânsito dos veículos de manutenção que transportam pessoal, ferramentas e instrumentos.

A manutenção na faixa de servidão das LT's construídas no modelo tradicional se faz necessário para impedir que a copa das árvores atinjam os cabos condutores e provoquem o desligamento das LT's.

Para garantir a operação destes empreendimentos é necessário manter a vegetação rasteira ao longo de todo o traçado.

Atualmente são gastos R\$ 190.000,00 Km<sup>2</sup> / ano para realizar a manutenção da vegetação sob a LT.

Para a LT do estudo de caso, se a mesma estivesse sido construída sob o modelo tradicional, a empresa investiria um custo de R\$ 460.181,18/Ano para garantir a manutenção e manter vegetação rasteira.

Tabela 13 - Custo da manutenção da faixa de servidão de LT's do estudo de caso construída no modelo tradicional.

Base de Preços	Metros lineares	Largura Faixa (metros)	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	Custo (km <sup>2</sup> )	Custo Total (km <sup>2</sup> )
fev/12	40.366,77	60	2.422.006,20	2,42	190.000,00	460.181,18

Fonte: Elaboração própria

## 5.5. Resultados e Discussão

Os resultados econômicos para a construção de linhas de transmissão alteadas estão na análise dos custos adicionais gerados pelos fornecimentos de ferragens e mão de obra. Ao analisar os custos para alteamento de 79 torres da LT 500 kV Bateias – Ibiúna que fez a transposição fragmentos florestais de vegetação nativa, totalizando 40,36 km lineares de mata, obteve um valor adicional de R\$ 25.374.435,45, conforme tabela 14.

Tabela 14 - Estimativa dos custos para o alteamento de 79 torres que realizada a transposição da LT estudada em vários fragmentos florestais.

5.4.	Identificação dos custos do empreendimento para o alteamento de torres.	Custos
5.4.1.	<b>Detalhamento dos custos para alteamento de torres</b>	
5.4.1.1.	Acréscimo de Peso nas Estruturas Metálicas - Montagem Adicional	R\$ 4.895.292,66
	Acréscimo no Fornecimento de ferragens	R\$ 9.668.471,57
5.4.1.2.	Acréscimo de Fundação Devido ao Alteamento das Torres	R\$ 1.909.519,03
5.4.1.3.	Aumento da Extensão do Traçado	R\$ 5.007.333,96
5.4.1.4.	Improdutividade na Montagem Devido a Presença de Vegetação	R\$ 986.570,91
5.4.1.5.	Improdutividade no Lançamento de Cabos Devido a Presença de Mata	R\$ 2.880.960,00
	<b>Sub Total</b>	<b>R\$ 25.348.148,13</b>
5.4.2.	<b>Identificação dos custos do empreendimento para supressão de vegetação em Alteamento de Torres (6 metros de largura)</b>	
5.4.2.1.	Supressão de Vegetação na Área do empreendimento na Fase de Construção	<b>R\$ 234.414,89</b>
	<b>Sub Total</b>	
	<b>Total de Custo para alteamento de 79 torres</b>	<b>R\$ 25.582.563,02</b>

Fonte: Elaboração própria

Os resultados econômicos para a manutenção/supressão de vegetação na faixa de 40,36 km lineares no trecho que a LT faz a transposição dos fragmentos florestais, considerando que a linha foi construída sob modelo tradicional com torres baixas, revelaram o valor de R\$ 2.344.148,96 para supressão na fase de construção e os serviços de manutenção para manter a vegetação rasteira sob os cabos apresentaram um custo de R\$ 0,19 m<sup>2</sup>/ano.

Tabela 15 - Estimativa dos custos para manutenção/supressão no trecho de faixa de servidão que faz a transposição da LT estudada nos fragmentos florestais.

<b>5.3.1. Identificação dos custos do empreendimento para supressão de vegetação de Corte Raso</b>	<b>Custos</b>
5.3.1.1. Supressão de Vegetação na Área do empreendimento na Fase de Construção.	R\$ 2.344.148,92
5.3.1.2. Manutenção / Supressão de Vegetação do empreendimento na Fase de Operação	R\$ 460.181,18
<b>Total</b>	<b>R\$ 2.804.330,10</b>

Fonte: Elaboração própria

Ao comparar os custos de implantação para o alteamento de torres com os custos da supressão de vegetação de corte raso na faixa de servidão de 60 metros, somados com manutenção da mesma LT para manter a vegetação rasteira considerando se tivesse sido construída no modelo tradicional de não alteamento, verificou se que a empresa obterá um retorno financeiro após 20 anos da energização do empreendimento.

Os custos do alteamento e supressão de vegetação não foram corrigidos monetariamente, pois considerou o pagamento imediato a conclusão das obras, com relação aos custos para a manutenção da vegetação objetivando mantê-la rasteira durante a fase operação da LT aplicou-se a taxa de correção monetária de 10% ao ano, conforme custos apresentado na tabela 16.

Tabela 16 – Análise de custos para retorno financeiro.

<b>Custo do Alçamento</b>	<b>Supressão de Vegetação</b>	<b>Supressão Manutenção</b>	<b>Quant. de Anos</b>	<b>Saldo</b>
25.582.563,02	2.344.148,92		1	23.238.414,10
23.238.414,10		460.181,18	2	22.778.232,92
22.778.232,92		506.199,30	3	22.272.033,62
22.272.033,62		556.819,23	4	21.715.214,39
21.715.214,39		612.501,16	5	21.102.713,23
21.102.713,23		673.751,28	6	20.428.961,96
20.428.961,96		741.126,41	7	19.687.835,55
19.687.835,55		815.239,05	8	18.872.596,50
18.872.596,50		896.762,96	9	17.975.833,54
17.975.833,54		986.439,26	10	16.989.394,28
16.989.394,28		1.085.083,19	11	15.904.311,09
15.904.311,09		1.193.591,51	12	14.710.719,58
14.710.719,58		1.312.950,67	13	13.397.768,91
13.397.768,91		1.444.245,74	14	11.953.523,17
11.953.523,17		1.588.670,32	15	10.364.852,84
10.364.852,84		1.747.537,36	16	8.617.315,48
8.617.315,48		1.922.291,11	17	6.695.024,38
6.695.024,38		2.114.520,22	18	4.580.504,15
4.580.504,15		2.325.972,26	19	2.254.531,90
2.254.531,90		2.558.569,49	20	-304.037,60

Fonte: Elaboração própria

Legenda: Custo alçamento – custo para alçamento de torres

Supressão de vegetação – custo para supressão de vegetação de corte raso, faixa de servidão de 60 metros.

Supressão Manutenção – custo da manutenção para manter a vegetação rasteira sob a LT, os valores foram sofrerem correção monetária ao longo dos anos.

Quantidade de Anos: período necessário para o retorno financeiro das despesas com alçamento.

Saldo: Valores que vão sobrando para a manutenção ao longo dos anos.

## 5.6. Conclusão

A transposição de fragmentos florestais com uso de 79 torres alteadas em uma área de 40,36 km lineares, com intervenção na vegetação somente na abertura de faixa de 6 metros para lançamento dos cabos condutores, gerou um acréscimo financeiro de aproximadamente 6,17% no valor contratado para construção dos 332 km de Linha de Transmissão.

Considerando os custos financeiros somente no trecho de 40,36 km de linha estudado, verificou-se que o alteamento responde por aproximadamente 50% dos custos de construção.

Os levantamentos de custos adicionais no alteamento de torres quando comparados aos custos para manutenção/supressão de vegetação em LT's construídas sob modelo tradicional revelaram um retorno financeiro após 19 anos do empreendimento em operação.

Conforme lei 9.074 de 1995<sup>14</sup>, as concessões de linhas de transmissão são realizadas pelo período de 30 anos resultados mostram que o método de alteamento de torres é vantajoso, pois a empresa eliminaria por 10 anos os investimentos financeiros em manutenções periódicas para manter a vegetação rasteira sob os cabos energizados, logo, essas torres, adaptadas à altura do estrato emergente da vegetação, praticamente desprezam a intervenção na vegetação, evitando a perda de estratificação e fragmentação, que podem levar ao isolamento de fragmentos florestais ou a descaracterização dos ambientes, sentidas também pelas comunidades faunísticas, promovendo uma diminuição da biodiversidade.

---

<sup>14</sup> LEI Nº 9.074, DE 07 DE JULHO DE 1995, Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências.

## REFERENCIAS

ABREU, A.R; FIEDLER, N.C.; PADUA, C.B.V. et al. Análise técnica, econômica e ambiental da transposição de linhas de transmissão de energia elétrica em fragmentos florestais no Estado de Rondônia. 2011. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade de Brasília, Brasília.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, Home Page [HTTP://www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br), 2005.

Araujo, F. J. C.; METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA; XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre – SC; 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14645-1: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações Parte 1: Levantamento planialtimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25000m<sup>2</sup>, para fins de estudos, projetos e edificação – Procedimento. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5422: Projeto de Linhas Aéreas de Transmissão de Energia Elétrica – Procedimento. Rio de Janeiro, 1985.

Bittencourt, Felipe Tozzi; Albuquerque, Fabio Lima de; Silva, Sergio Batista, ANÁLISE DE UM SISTEMA HÍBRIDO FOTOVOLTAICO – CÉLULA COMBUSTÍVEL POR SIMULAÇÃO OMPUTACIONAL, Tocantins, 2009 – IV Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica.

CAMPOS, Odette Lima; Estudo de caso sobre impactos ambientais de linhas de transmissão na Região Amazônica, BNDES 32, p. 231-266.

Carvalho, E.C; Desenvolvimento de Procedimento e Método para Mensuração e Incorporação das Externalidades em Projetos de Energia Elétrica: Uma Aplicação as Linhas de Transmissão Aérea, São Paulo, 2005 p.121

CONAMA, Home Page <http://www.mma.gov.br>

CPFL. Orientação Técnica para Ocupação de Faixa de Linha de Transmissão, São Paulo, 2007

ELETROBRÁS, Avaliação de Passivos Ambientais – Roteiros Técnicos. Rio de Janeiro, 2000.

ELETROBRÁS, COMASE, Considerações para a Análise de Custos e Benefícios Sócio-Ambientais do Setor Elétrico, Rio de Janeiro, 1993.

ELETROBRAS, COMASE, Legislação Ambiental de Interesse do Setor Elétrico. ELETROBRAS. Rio de Janeiro, 1999.

ELETROBRÁS, COMASE, Referencial para Orçamentação dos Programas Sócio-Ambientais, Rio de Janeiro. Volumes 1 e 2. Outubro de 1994.

ELETROBRÁS, Metodologia de Valoração das Externalidades Ambientais da Geração Hidrelétrica e Termelétrica com Vistas à sua Incorporação no Planejamento de Longo Prazo do Setor Elétrico. Rio de Janeiro, 2000.

ELETROBRÁS, Parâmetros para Estimativas de Custos Ambientais em Orçamentos de Empreendimentos – Linhas de Transmissão e Subestações. Rio de Janeiro, 2000.

ELETROBRAS, PLANO 2015 – Relatório Executivo - Síntese, Plano Nacional de Energia elétrica 1993-2015. Volume 1. Rio de Janeiro, 1994.

ELETROBRAS, PLANO 2015 Projeto 7 - A Questão Ambiental e o Setor Elétrico - Sistemas de Transmissão, Plano Nacional de Energia Elétrica 1993-2015. Rio de Janeiro. Dezembro de 1993.

ELETROBRÁS,. Volume I - Usinas Hidrelétricas, Volume II – Usinas Termelétricas e Volume III – Sistemas de Transmissão, Rio de Janeiro, 1994.

ELETROBRÁS. Plano 2015. Estudos Básicos, Rio de Janeiro, Abril, 1994. vol. 1, 2, 3 e 4.

GOLDEMBERG, J., Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento. São Paulo. Edusp, 1998.

GUERRA, A. J. T. e BOTELHO, Rosangela Garrido Machado. Erosão dos solos. In: Geomorfologia do Brasil. S.B. da CUNHA e A. J. T. GUERRA (orgs.). BertrandBrasil, Rio de Janeiro, 1998, pp. 181-227.

GUERRA, A. J. T. O início do Processo Erosivo. In: Erosão e Conservação dos Solos - Conceitos, Temas e Aplicações. A. J. T. GUERRA; SILVA, Antônio Soares e R.G.M. BOTELHO (orgs.). Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 1999, pp. 15-55.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: Geomorfologia Uma atualização de Bases e Conceitos. S.B. da CUNHA e A. J. T. GUERRA (orgs.). BertrandBrasil, Rio de Janeiro, 201, 4ª edição, pp. 149-209.

JANNUZZI, Gilberto; Energia e Meio Ambiente. 2001. Site Com Ciência – Revista eletrônica de Jornalismo Científico. Disponível em: <<http://www.comciencia.br>>. Acesso em: 02/12/03.

MENEZES, José; LUCIANO, Benedito; FONTGALLAND, Glauco; Impactos ambientais Causados por Linha de Transmissão de 500 kV

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Home page <http://www.mma.gov.br>

MME – Ministério de Minas e Energia. Home page <http://www.mme.gov.br>

ONS – Operador Nacional do Sistema. Home page <http://www.ons.org.br>

SILVA, V.C.R., Planejamento do Sistema de Gestão Ambiental de Linhas de Transmissão Aéreas Localizadas em área Serrana com Unidade de Conservação. São Paulo, 2002. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.



Sousa, Marcos; Gonçalves, Maxwell: Mastofauna terrestre de algumas áreas sobre influência da Linha de Transmissão (LT) 230 KV PE / PB, CIRCUITO 3, Paraíba, 2004.

Xavier, F. A. S.; Oliveira, T. S., Araújo, F. S. Gomes, V.S., Manejo da Vegetação sob Linhas de Transmissão de Energia Elétrica na Serra de Baturité. *Ciência Florestal*, v. 17, n 4, p 351-364, 2007.